



PATENT
1560-0377P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: TOKUMOTO, et al. Conf.:
Appl. No.: 10/081,518 Group:
Filed: February 25, 2002 Examiner:
For: ROTATIONAL ANGLE DETECTING DEVICE,
TORQUE DETECTING DEVICE AND STEERING
APPARATUS

2

6/11/02

LETTER

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

March 27, 2002

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	2001-154606	May 23, 2001
JAPAN	2001-280374	September 14, 2001
JAPAN	2001-292534	September 25, 2001
JAPAN	2001-292535	September 25, 2001
JAPAN	2001-295173	September 26, 2001

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By 
Michael K. Mutter, #29,680

MKM/EAG/kdb
1560-0377P
Attachment

P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
(703) 205-8000



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 9月14日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-280374

[ST.10/C]:

[JP2001-280374]

出 願 人

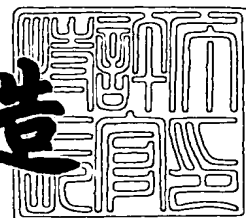
Applicant(s):

光洋精工株式会社

2002年 3月 1日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3011947

【書類名】 特許願

【整理番号】 103385

【提出日】 平成13年 9月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 7/30
G01L 3/10
B62D 5/04

【発明の名称】 回転角検出装置、トルク検出装置及び舵取装置

【請求項の数】 15

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋精工株式会社内
【氏名】 徳本 欣智

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋精工株式会社内
【氏名】 柴 真人

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋精工株式会社内
【氏名】 前田 直樹

【特許出願人】
【識別番号】 000001247
【氏名又は名称】 光洋精工株式会社

【代理人】
【識別番号】 100078868
【弁理士】
【氏名又は名称】 河野 登夫
【電話番号】 06(6944)4141

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001889

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9810581

【プールの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 回転角検出装置、トルク検出装置及び舵取装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ターゲットの位置を検出し、該位置に応じた検出信号を出力する検出手段と、回転に応じて前記検出信号が変化するように前記ターゲットが設けられた回転体と、ゲインを乗じた検出信号に基づいて前記回転体の回転角度を算出する角度算出手段とを備える回転角検出装置において、

前記ゲインを乗じた検出信号の最大値及び最小値を検出する手段と、

検出した最大値及び最小値の差を求める手段と、

求めた差が予め設定された基準差になるように前記ゲインを補正するゲイン補正手段と

を備えることを特徴とする回転角検出装置。

【請求項 2】 前記求めた差の前記基準差に対する比を求める手段と、

前記求めた比を、予め設定された基準ゲインに乗じて補正ゲインを求める手段と

を備え、前記ゲイン補正手段は、前記ゲインを前記補正ゲインに補正すべくなくしてあることを特徴とする請求項 1 記載の回転角検出装置。

【請求項 3】 ターゲットの位置を検出し、該位置に応じた検出信号を出力する検出手段と、回転に応じて前記検出信号が変化するように前記ターゲットが設けられた回転体と、ゲインを乗じた検出信号に基づいて前記回転体の回転角度を算出する角度算出手段とを備える回転角検出装置において、

前記検出信号の最大値及び最小値を検出する手段と、

検出した最大値及び最小値の平均値を求める手段と、

求めた平均値が、予め設定された基準平均値になるように前記検出信号を補正するオフセット補正手段と

を備えることを特徴とする回転角検出装置。

【請求項 4】 前記求めた平均値と前記基準平均値との差を求める手段を備え、

前記オフセット補正手段は、求めた差がゼロになるように、前記検出信号値に

前記差を加算すべくなくしてあることを特徴とする請求項 3 記載の回転角検出装置

【請求項 5】 前記ターゲットは、回転に応じて前記検出手段との距離が変化するように前記回転体に設けられていることを特徴とする請求項 1 ～ 4 の何れかに記載の回転角検出装置。

【請求項 6】 前記ターゲットは、前記回転体の周方向に略等間隔で突設された凸起からなることを特徴とする請求項 1 ～ 4 の何れかに記載の回転角検出装置。

【請求項 7】 前記ターゲットは、前記回転体の周方向に略等間隔で非凹部が生ずるように凹設された凹みの間の前記非凹部からなることを特徴とする請求項 1 ～ 4 の何れかに記載の回転角検出装置。

【請求項 8】 前記ターゲットは、前記回転体の周方向に略等間隔で磁極が反転するように着磁してあることを特徴とする請求項 1 ～ 4 の何れかに記載の回転角検出装置。

【請求項 9】 前記ターゲットは、前記回転体の周面に沿って一方向に傾斜して設けてある第 1 傾斜部と、前記回転体の周面に沿って他方向に傾斜して設けてある第 2 傾斜部とを有することを特徴とする請求項 1 ～ 4 の何れかに記載の回転角検出装置。

【請求項 10】 前記検出手段は、前記回転体の回転方向に並設され、位相差を有する検出信号を夫々出力する第 1 検出手段及び第 2 検出手段を含むことを特徴とする請求項 1 ～ 9 の何れかに記載の回転角検出装置。

【請求項 11】 前記第 1 及び第 2 検出手段の検出信号波形が交差したときの検出信号値より大きい第 1 閾値を、前記第 1 及び第 2 検出手段の検出信号が夫々上回るか否かを判定する第 1 判定手段と、

前記交差したときの検出信号値より小さい第 2 閾値を、前記第 1 及び第 2 検出手段の検出信号が夫々下回るか否かを判定する第 2 判定手段と、

前記第 1 及び第 2 検出手段の各検出信号波形が交差するか否かを判定する第 3 判定手段と

を備え、前記第 1、第 2 及び第 3 判定手段の各判定結果に基づき、前記検出信

号の最大値及び最小値を検出すべくなくしてあることを特徴とする請求項 1 0 記載の回転角検出装置。

【請求項 1 2】 同軸的に連結された第 1 回転軸及び第 2 回転軸の夫々に設けられた請求項 1 ～ 1 1 の何れかに記載の回転角検出装置と、

該回転角検出装置により検出された回転角度の差に基づいて前記第 1 軸に加わるトルクを算出するトルク算出手段と

を備えることを特徴とするトルク検出装置。

【請求項 1 3】 同軸的に連結された第 1 回転軸及び第 2 回転軸の夫々に設けられた請求項 1 0 または 1 1 記載の回転角検出装置と、

該回転角検出装置により検出された回転角度の差に基づいて前記第 1 軸に加わるトルクを算出するトルク算出手段と

を備え、前記回転角検出装置の両第 1 検出手段及び両第 2 検出手段は、前記最大値を夫々検出したときに前記最大値を有効とし、前記最小値を夫々検出したときに前記最小値を有効とすべくなくしてあることを特徴とするトルク検出装置。

【請求項 1 4】 前記第 1 及び第 2 検出手段の温度を検出する温度検出手段と、

前記第 1 及び第 2 検出手段の検出信号の最大値又は最小値が検出されたときに、前記温度検出手段が検出した温度を記憶する記憶手段と、

前記角度算出手段が回転角度を算出するときに、前記温度検出手段が検出した温度と前記記憶手段が記憶する温度の差を求め、求めた差と所定値とを比較する手段と

を備え、前記差の方が大きいときは、前記角度算出手段の算出を禁止すべくなくしてあることを特徴とする請求項 1 3 記載のトルク検出装置。

【請求項 1 5】 操舵輪に繋がる第 1 回転軸と、

該第 1 回転軸と同軸的に接続され、舵取機構に繋がる第 2 回転軸と、

前記第 1 回転軸に加わる操舵トルクを検出する請求項 1 2 ～ 1 4 の何れかに記載のトルク検出装置と、

前記操舵トルクに基づき前記第 2 回転軸の回転を補助する電動モータと

を備えることを特徴とする舵取装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、回転軸の回転角度を検出する回転角検出装置、回転軸に加わる回転トルクを検出するトルク検出装置、およびこれらを備える自動車用の舵取装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

舵取りのために操舵輪（ステアリングホイール）に加えられる操舵トルクの検出結果に基づいて操舵補助用のモータを駆動し、該モータの回転力を舵取機構に伝えて操舵を補助する構成とした電動パワーステアリング装置は、操舵補助力の発生源として油圧アクチュエータを用いる油圧パワーステアリング装置と比較して、車速の高低、操舵の頻度等、走行状態に応じた補助力特性の制御が容易に行えるという利点を有することから、近年、その適用範囲が拡大する傾向にある。

【 0 0 0 3 】

以上の如き電動パワーステアリング装置においては、前記操舵トルクの検出のためのトルク検出装置が必要であり、操舵輪側の入力軸と舵取機構側の出力軸とを細径のトーションバー（連結軸）を介して連結し、操舵トルクの作用によるトーションバーの捩れを伴って前記両軸に生じる相対角変位を検出し、この検出結果に基づいて操舵トルクを算出する構成としたトルク検出装置が用いられている。

【 0 0 0 4 】

また一方、電動パワーステアリング装置においては、操舵補助用のモータの駆動制御に利用するために、舵角中点からの前記入力軸の回転角度、即ち、舵角を検出することも必要であり、このような舵角検出のための回転角検出装置が用いられている。

【 0 0 0 5 】

以上の如きトルク検出装置及び回転角検出装置は、一般的には、別個の装置として構成されており、調整作業を含む夫々の装置の組立てに多大の手間及び時間

を要するという問題があった。また、これらの検出装置は、ポテンシオメータ等の接触摺動する部分を含んで構成されているものが多く、摺接部の摩耗による出力の経年変化が発生し、耐久性に劣るという問題があった。更に、前記トルク検出装置としては、操舵トルクの作用により前記トーションバーの捩れを伴って生じる入力軸と出力軸との相対角変位を、両軸の連結部に構成された磁気回路のインピーダンス変化を媒介として検出する構成とした装置も実用化されているが、この装置は、構成が複雑であり、製造コストが高いという問題があった。

【 0 0 0 6 】

このような問題を解消すべく本願出願人は、特願平 1 1 - 1 0 0 6 6 5 号等において、トルク及び回転角を非接触にて一括して検出し得る簡素な構成のトルク及び回転角検出装置を提案している。この装置は、対象となる回転軸の外周に、軸長方向に対して略等角度傾斜する磁性体製のターゲットを周方向に複数並設し、これらのターゲットの並設位置の外側に、各ターゲットの通過に応じて変化する出力を発する磁気センサを対向配置してなる回転角検出装置を、入力軸と出力軸との連結部に夫々構成したものである。

【 0 0 0 7 】

この構成によれば、回転軸が一回転する間、前記磁気センサが、ターゲットの並設数に対応する周期にて略直線的に変化する電圧出力を発するから、入力軸及び出力軸の回転角度は、夫々に対応する磁気センサの出力に基づいて各別に算出することができ、また、操舵輪の操作により入力軸に加えられる回転トルク（操舵トルク）は、入力軸及び出力軸に対応する磁気センサの出力差として与えられる両軸の回転角度の差に基づいて算出することができる。

【 0 0 0 8 】

なお、回転軸の外周に前述の如く並設されたターゲットは、軸長方向に対して略等角度傾斜する部分螺旋の形態をなしており、周方向の並設数に対応する不連続部が存在することから、対向配置された磁気センサの出力に、前記不連続部に対応する非線形な変化領域が出現し、この非線形変化領域にて得られた出力を回転角の算出に使用し得なくなるという問題がある。そこで従来から、ターゲットの並設位置の外側に、周方向に 2 つの磁気センサを並設し、一方の出力が非線形

変化領域にあるときには他方の磁気センサの出力を用い、全周に亘って回転角の算出が行えるようにしてある。

【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】

このように特願平 1 1 - 1 0 0 6 6 5 号等に提案された回転角検出装置、及びこの回転角検出装置を 2 組備えて構成されたトルク検出装置は、対象となる回転軸の回転角及び回転トルクを、非接触にて一括して検出し得る簡素な構成の装置であり、前述した如く、電動パワーステアリング装置において操舵補助用のモータの駆動制御に好便に使用することができる。

【 0 0 1 0 】

ところが、磁気センサの出力特性は一定ではなく、また、周辺温度の影響を受け易いことから、このような特性の相違により、磁気センサの出力に基づく回転角の算出結果に誤差が発生することが避けられず、前述の如く、ターゲットの周方向に 2 つの磁気センサを備える構成においては、これらの間での出力特性の相違が回転角の検出精度の低下を招くという問題がある。

【 0 0 1 1 】

そこで従来においては、磁気センサの出力特性を、温度による特性変化を含めて個々に調べ、夫々の出力に乗じるゲインを各別に定めておき、実際の使用中には、得られた磁気センサの出力に対応するゲインを乗じて、特性の相違に起因する前述した誤差の発生を防止するようにしている。

【 0 0 1 2 】

しかしながら、以上の如き回転角検出装置を 2 組用いて構成されるトルク検出装置においては、合計 4 つの磁気センサが用いられており、これらの夫々に対して温度補償を含めてなされる前記ゲインの設定に多大の手間を要するという問題があり、更には、正確なゲイン設定を行った場合においても、夫々の磁気センサに発生する経時的な特性変化を補償することができず、長期に亘って高精度でのトルク及び回転角の検出を行わせることは難しい。

【 0 0 1 3 】

また一方、前記ターゲットを備える回転軸と、固定的に設けられる前記磁気セ

ンサとの間の同心性が良好でない場合、更には、組立て状態における同心性が良好であっても、回転軸が振れ回り状態となった場合には、前記ターゲットと前記磁気センサとの間のエアギャップが回転中に変動し、磁気センサの出力に影響を及ぼすことから、この出力に基づいて算出される回転角及びトルクの検出精度が低下するという問題がある。

【 0 0 1 4 】

前記エアギャップの変動による磁気センサの出力変動は、正規の出力に対するオフセット電圧の付加という形態にて生じることから、前述したゲインの設定により解消することはできず、従来においては、組立て時における同心性を良好に保ち、また、回転軸の支持剛性を高めて振れ回りの発生を防止する対策を施すようにしており、周辺部分の構造の複雑化を招くという不具合があった。

【 0 0 1 5 】

本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、回転軸に設けられた磁性体製のターゲットに感応する磁気センサの出力に基づいて、前記回転軸の回転角度及び回転トルク的一方又は両方を検出する構成において、個々の磁気センサの出力特性の相違に起因する検出誤差の発生を、温度による特性変化及び経時的な特性変化の補償を含めて防止し、更には、ターゲットと磁気センサとの間のエアギャップの変動に起因する検出誤差の発生を防止して、長期に亘って高精度での検出が可能な回転角検出装置及びトルク検出装置を提供し、更には、これらを用いた自動車用の舵取装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 6 】

【課題を解決するための手段】

第 1 発明に係る回転角検出装置は、ターゲットの位置を検出し、該位置に応じた検出信号を出力する検出手段と、回転に応じて前記検出信号が変化するように前記ターゲットが設けられた回転体と、ゲインを乗じた検出信号に基づいて前記回転体の回転角度を算出する角度算出手段とを備える回転角検出装置において、前記ゲインを乗じた検出信号の最大値及び最小値を検出する手段と、検出した最大値及び最小値の差を求める手段と、求めた差が予め設定された基準差になるように前記ゲインを補正するゲイン補正手段とを備えることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

この回転角検出装置では、ゲインを乗じた検出信号の最大値と最小値とを検出する手段及び最大値と最小値との差を求める手段で求めた差に基づいて、ゲイン補正手段でゲインを補正することができる。検出信号の最大値及び最小値の差に基づいて回転角度の検出中にゲインを補正するため、個々の検出手段の出力特性の相違に起因する検出誤差の発生を、温度による特性変化及び経時的な特性変化の補償を含めて防止し、更には、ターゲットと検出手段との間のエアギャップの変動に起因する検出誤差の発生を防止して、長期に亘って高精度での検出が可能な回転角検出装置を実現することが出来る。

【 0 0 1 8 】

第 2 発明に係る回転角検出装置は、第 1 発明において、前記求めた差の前記基準差に対する比を求める手段と、前記求めた比を、予め設定された基準ゲインに乗じて補正ゲインを求める手段とを備え、前記ゲイン補正手段は、前記ゲインを前記補正ゲインに補正すべくなくしてあることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

この回転角検出装置では、前記比を求める手段により、検出信号の最大値及び最小値の差と予め定めた基準差との比を求め、前記補正ゲインを求める手段により、求めた比を予め設定された基準ゲインに乗じて補正ゲインを求めることができる。検出信号に前記補正ゲインを乗じることにより、基準となる出力特性に検出信号を一致させ、この結果に基づいて正確な回転角度を算出することができる。

【 0 0 2 0 】

第 3 発明に係る回転角検出装置は、ターゲットの位置を検出し、該位置に応じた検出信号を出力する検出手段と、回転に応じて前記検出信号が変化するように前記ターゲットが設けられた回転体と、ゲインを乗じた検出信号に基づいて前記回転体の回転角度を算出する角度算出手段とを備える回転角検出装置において、前記検出信号の最大値及び最小値を検出する手段と、検出した最大値及び最小値の平均値を求める手段と、求めた平均値が、予め設定された基準平均値になるように前記検出信号を補正するオフセット補正手段とを備えることを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

この回転角検出装置では、前記検出信号の最大値と最小値とを検出する手段及び最大値と最小値との平均値を求める手段により求めた平均値に基づいて、オフセット補正手段で検出信号のオフセットを補正することができる。検出信号の最大値及び最小値の平均値に基づいて回転角度の検出中にオフセットを補正するため、個々の検出手段の出力特性の相違に起因する検出誤差の発生を、温度による特性変化及び経時的な特性変化の補償を含めて防止し、更には、ターゲットと検出手段との間のエアギャップの変動に起因する検出誤差の発生を防止して、長期に亘って高精度での検出が可能な回転角検出装置を実現することが出来る。

【 0 0 2 2 】

第4発明に係る回転角検出装置は、第3発明において、前記求めた平均値と前記基準平均値との差を求める手段を備え、前記オフセット補正手段は、求めた差がゼロになるように、前記検出信号値に前記差を加算すべくなくしてあることを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

この回転角検出装置は、前記差を求める手段により、検出信号の最大値及び最小値の平均値と予め設定された基準平均値との差を求め、求めた差を検出信号に加算することにより、オフセットを無効化し、エアギャップ変動の影響を排除した正確な回転角度を算出することができる。

【 0 0 2 4 】

第5発明に係る回転角検出装置は、第1～第4発明の何れかにおいて、前記ターゲットは、回転に応じて前記検出手段との距離が変化するように前記回転体に設けられていることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

この回転角検出装置は、回転体の回転に応じて検出手段とターゲットの距離が変化し、距離の変化に応じて検出信号が変化するため、検出信号の変化に基づいて、角度算出手段で回転体の回転角度を求めることができる。

【 0 0 2 6 】

第6発明に係る回転角検出装置は、第1～第4発明の何れかにおいて、前記タ

ターゲットは、前記回転体の周方向に略等間隔で突設された凸起からなることを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

この回転角検出装置は、回転体の回転に応じて検出手段に近接する突起との距離に応じて検出信号が変化するため、検出信号の変化に基づいて、角度算出手段で回転体の回転角度を求めることができる。

【 0 0 2 8 】

第 7 発明に係る回転角検出装置は、第 1 ～ 第 4 発明の何れかにおいて、前記ターゲットは、前記回転体の周方向に略等間隔で非凹部が生ずるように凹設された凹みの間の前記非凹部からなることを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

この回転角検出装置は、回転体の回転に応じて検出手段に凹部と非凹部とが交互に近接し、凹部又は非凹部との距離に応じて検出信号が変化するため、検出信号の変化に基づいて、角度算出手段で回転体の回転角度を求めることができる。凹部は、貫通していない孔及び貫通孔を含む。

【 0 0 3 0 】

第 8 発明に係る回転角検出装置は、第 1 ～ 第 4 発明の何れかにおいて、前記ターゲットは、前記回転体の周方向に略等間隔で磁極が反転するように着磁してあることを特徴とする。

【 0 0 3 1 】

この回転角検出装置は、回転体の回転に応じて検出手段に近接する磁極の正負 (N S) が交互に変化し、磁極との距離に応じた検出信号が出力されるため、検出信号の変化に基づいて、角度算出手段で回転体の回転角度を求めることができる。

【 0 0 3 2 】

第 9 発明に係る回転角検出装置は、第 1 ～ 第 4 発明の何れかにおいて、前記ターゲットは、前記回転体の周面に沿って一方向に傾斜して設けてある第 1 傾斜部と、前記回転体の周面に沿って他方向に傾斜して設けてある第 2 傾斜部とを有することを特徴とする。

【 0 0 3 3 】

この回転角検出装置は、回転体の回転に応じて検出手段に近接するターゲットの位置が、回転軸に沿った方向に変化し、位置変化に応じた検出信号が出力されるため、検出信号の変化に基づいて、角度算出手段で回転体の回転角度を求めることができる。

【 0 0 3 4 】

第 1 0 発明に係る回転角検出装置は、第 1 ～第 9 発明の何れかにおいて、前記検出手段は、前記回転体の回転方向に並設され、位相差を有する検出信号を夫々出力する第 1 検出手段及び第 2 検出手段を含むことを特徴とする。

【 0 0 3 5 】

この回転角検出装置では、位相差を有する検出信号を出力する第 1 及び第 2 検出手段により、検出信号の回転角度に対する変化量が少ない領域部分を互いに補うことができる。

【 0 0 3 6 】

第 1 1 発明に係る回転角検出装置は、第 1 0 発明において、前記第 1 及び第 2 検出手段の検出信号波形が交差したときの検出信号値より大きい第 1 閾値を、前記第 1 及び第 2 検出手段の検出信号が夫々上回るか否かを判定する第 1 判定手段と、前記交差したときの検出信号値より小さい第 2 閾値を、前記第 1 及び第 2 検出手段の検出信号が夫々下回るか否かを判定する第 2 判定手段と、前記第 1 及び第 2 検出手段の各検出信号波形が交差するか否かを判定する第 3 判定手段とを備え、前記第 1、第 2 及び第 3 判定手段の各判定結果に基づき、前記検出信号の最大値及び最小値を検出すべくしてあることを特徴とする。

【 0 0 3 7 】

この回転角検出装置では、第 1 判定手段が、第 1 及び第 2 検出手段の検出信号が前記第 1 閾値を夫々上回るか否かを判定し、第 2 判定手段が、第 1 及び第 2 検出手段の検出信号が前記第 2 閾値を夫々下回るか否かを判定し、第 3 判定手段が、第 1 及び第 2 検出手段の検出信号波形が交差するか否かを判定し、第 1、第 2 及び第 3 判定手段の各判定結果に基づき、最大値及び最小値を検出することができる。

【 0 0 3 8 】

第 1 2 発明に係るトルク検出装置は、同軸的に連結された第 1 回転軸及び第 2 回転軸の夫々に設けられた第 1 ～第 1 1 発明の何れかの回転角検出装置と、該回転角検出装置により検出された回転角度の差に基づいて前記第 1 軸に加わるトルクを算出するトルク算出手段とを備えることを特徴とする。

【 0 0 3 9 】

このトルク検出装置では、トルク算出手段は、第 1 回転軸及び第 2 回転軸に設けられた第 1 ～第 1 1 発明の何れかの回転角検出装置により夫々検出された回転角度の差に基づいて、トルク算出手段で第 1 回転軸に加わるトルクを算出する。ゲイン補正手段及び／又はオフセット補正手段でゲイン及び／又はオフセットを補正することにより、個々の検出手段の出力特性の相違に起因する検出誤差の発生を、温度による特性変化及び経時的な特性変化の補償を含めて防止し、ターゲットと検出手段との間のエアギャップの変動に起因する検出誤差の発生を防止して、長期に亘って高精度での検出が可能なトルク検出装置を実現することが出来る。

【 0 0 4 0 】

第 1 3 発明に係るトルク検出装置は、同軸的に連結された第 1 回転軸及び第 2 回転軸の夫々に設けられた第 1 0 または第 1 1 発明の回転角検出装置と、該回転角検出装置により検出された回転角度の差に基づいて前記第 1 軸に加わるトルクを算出するトルク算出手段とを備え、前記回転角検出装置の両第 1 検出手段及び両第 2 検出手段は、前記最大値を夫々検出したときに前記最大値を有効とし、前記最小値を夫々検出したときに前記最小値を有効とすべくなしてあることを特徴とする。

【 0 0 4 1 】

このトルク検出装置では、第 1 及び第 2 回転軸に設けられた回転角検出装置の両第 1 検出手段及び第 2 検出手段は、最大値をそれぞれ検出したときにその最大値を有効とし、最小値をそれぞれ検出したときにその最小値を有効とする。これにより、2 か所に設けられた回転角検出装置において、トルクが加わったときのねじれの為に発生する最大値及び最小値の検出タイミングのずれに起因する補正

エラーを防止することが可能なトルク検出装置を実現することが出来る。

【 0 0 4 2 】

第 1 4 発明に係るトルク検出装置は、第 1 3 発明において、前記第 1 及び第 2 検出手段の温度を検出する温度検出手段と、前記第 1 及び第 2 検出手段の検出信号の最大値又は最小値が検出されたときに、前記温度検出手段が検出した温度を記憶する記憶手段と、前記角度算出手段が回転角度を算出するときに、前記温度検出手段が検出した温度と前記記憶手段が記憶する温度の差を求め、求めた差と所定値とを比較する手段とを備え、前記差の方が大きいときは、前記角度算出手段の算出を禁止すべくなしてあることを特徴とする。

【 0 0 4 3 】

このトルク検出装置では、温度検出手段が第 1 及び第 2 検出手段の温度を検出し、第 1 及び第 2 検出手段の検出信号の最大値又は最小値が検出されたときに、検出された温度を記憶手段が記憶する。また、角度算出手段が回転角度を算出するときに、前記比較する手段が、温度検出手段が検出した温度及び記憶手段が記憶する温度の差を求め、求めた差と所定値とを比較する。差の方が大きいときは、角度算出手段の算出を禁止することにより、個々の検出手段の温度特性の相違に起因する検出誤差の発生を防止することが可能なトルク検出装置を実現することが出来る。

【 0 0 4 4 】

第 1 5 発明に係る舵取装置は、操舵輪に繋がる第 1 回転軸と、該第 1 回転軸と同軸的に接続され、舵取機構に繋がる第 2 回転軸と、前記第 1 回転軸に加わる操舵トルクを検出する請求項 1 2 ～ 1 4 の何れかに記載のトルク検出装置と、前記操舵トルクに基づき前記第 2 回転軸の回転を補助する電動モータとを備えることを特徴とする。

【 0 0 4 5 】

この舵取装置では、第 1 2 ～ 第 1 4 発明の何れかのトルク検出装置を備えているので、個々の検出手段の出力特性の相違に起因する検出誤差の発生を、温度による特性変化及び経時的な特性変化の補償を含めて防止し、更には、ターゲットと検出手段との間のエアギャップの変動に起因する検出誤差の発生を防止して、

長期に亘って高精度のトルク検出が可能なトルク検出装置を用いた自動車用の舵取装置を実現することが出来る。

【 0 0 4 6 】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて詳述する。

実施の形態 1.

図 1 は、自動車の舵取装置に適用された本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の実施の形態 1 の構成を示す模式図である。図示の如く、上端を操舵輪 3 0（ステアリングホイール）に連結された入力軸 3 1（第 1 軸）と、下端を舵取機構の一部をなすピニオン 3 3 に連結された出力軸 3 2（第 2 軸）とを、細径のトーションバー 3 4（連結軸）を介して同軸的に連結し、前記操舵輪 3 0 と舵取機構とを連絡する操舵軸 3 が構成されており、本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置は、前記入力軸 3 1 及び出力軸 3 2 の連結部近傍に以下の如く構成されている。

【 0 0 4 7 】

入力軸 3 1 には、出力軸 3 2 との連結側端部近傍に、円板形をなすターゲット板（回転体）2 が同軸上に外嵌固定されている。ターゲット板 2 は、図示の如く、ターゲット板 2 が回転するに従ってターゲット板 2 の外周 2 0 と入力軸 3 1 との距離が変化する歯車形状に形成されている。

【 0 0 4 8 】

同様のターゲット板 2 は、出力軸 3 2 の入力軸 3 1 との連結側端部近傍にも外嵌固定されており、該ターゲット板 2 は、ターゲット板 2 が回転するに従って外周 2 0 と出力軸 3 2 との距離が変化する歯車形状に形成されている。出力軸 3 2 のターゲット板 2 と入力軸 3 1 側のターゲット板 2 とは、歯の位置が周方向に整合されている。以下、ターゲット板 2 の歯が形成された外周 2 0 部分をターゲットと呼ぶ。

【 0 0 4 9 】

以上の如きターゲット板 2、2 の外側には、夫々のターゲット 2 0、2 0 …を周方向に異なる位置にて向かい合うように 2 個のセンサボックス 1 a、1 b が配

設されている。これらのセンサボックス 1 a, 1 b は、前記入力軸 3 1 及び出力軸 3 2 を支承するハウジング等の動かない部位に固定支持されており、センサボックス 1 a の内部には、入力軸 3 1 側のターゲット 2 0, 2 0 … に対向する磁気センサ（検出手段）1 A と、出力軸 3 2 側のターゲット 2 0, 2 0 … に対向する磁気センサ（検出手段）2 A とが、周方向位置を正しく合わせて収納されており、同じくセンサボックス 1 b の内部には、入力軸 3 1 側のターゲット 2 0, 2 0 … に対向する磁気センサ（検出手段）1 B と、出力軸 3 2 側のターゲット 2 0, 2 0 … に対向する磁気センサ（検出手段）2 B とが、周方向位置を正しく合わせて収納されている。

【 0 0 5 0 】

磁気センサ 1 A, 2 A, 1 B, 2 B は、磁気抵抗効果素子（MR 素子）、ホール素子等、磁界の作用により電気的特性が変化する特性を有する素子を用い、周辺磁界の変化に応じて出力電圧（検出信号）を変えるように構成されたセンサであり、これらの磁気センサ 1 A, 2 A, 1 B, 2 B の出力は、センサボックス 1 a, 1 b の外部に引き出され、マイクロプロセッサを用いてなる演算処理部 4 に与えられている。磁気センサ 1 A, 2 A, 1 B, 2 B を用いているので、ターゲット 2 0 は磁性体のものを用いる。

【 0 0 5 1 】

磁気センサ 1 A, 2 A, 1 B, 2 B が対向するターゲット 2 0, 2 0 … は、前述した如く、入力軸 3 1 及び出力軸 3 2 の回転に従って、磁気センサ 1 A, 2 A, 1 B, 2 B との距離が変化する歯車形状のターゲット板 2 の外周である。従って、入力軸 3 1 及び出力軸 3 2 が軸回りに回転した場合、ターゲット 2 0 と磁気センサ 1 A, 2 A, 1 B, 2 B との距離が周期的に変化し、各磁気センサ 1 A, 2 A, 1 B, 2 B は、対応するターゲット 2 0, 2 0 … が夫々との対向位置を通過する間、前記入力軸 3 1 及び出力軸 3 2 の回転角度の変化に応じて正弦波または三角波状の電圧信号（検出信号）を出力する。

【 0 0 5 2 】

このとき磁気センサ 1 A, 1 B の出力電圧は、これらに対応するターゲット 2 0, 2 0 … が設けられた入力軸 3 1 の回転角度に対応するものとなり、磁気セン

サ 2 A, 2 B の出力電圧は、これらが対向するターゲット 2 0, 2 0 … が設けられた出力軸 3 2 の回転角度に対応するものとなる。従って、磁気センサ 1 A, 1 B の出力電圧から入力軸 3 1 の回転角度を、磁気センサ 2 A, 2 B の出力電圧から出力軸 3 2 の回転角度を各別に算出することができる。

【 0 0 5 3 】

また、磁気センサ 1 A の出力電圧と磁気センサ 2 A の出力電圧との差、又は磁気センサ 1 B の出力電圧と磁気センサ 2 B の出力電圧との差は、入力軸 3 1 と出力軸 3 2 との回転角度の差（相対角変位）に対応するものとなる。この相対角変位は、入力軸 3 1 に加わる回転トルクの作用下において入力軸 3 1 と出力軸 3 2 とを連結するトーションバー 3 4 に生じる捩れ角度に対応する。従って、前述した出力電圧の差に基づいて入力軸 3 1 に加わる回転トルクを算出することができる。

【 0 0 5 4 】

なお、図示の実施の形態においては、捩れ特性が明らかなトーションバー 3 4 を介して連結された入力軸 3 1 と出力軸 3 2 とにターゲット 2 0, 2 0 … を設けた構成について述べたが、自身の捩れ特性が明らかな回転軸を対象とする場合には、該回転軸の軸長方向に離隔した位置にターゲット 2 0, 2 0 … を夫々直接的に設け、これらを磁気センサにより検出する構成としてもよいことは言うまでもない。

【 0 0 5 5 】

以上の如き回転角度の算出及び回転トルクの算出は、磁気センサ 1 A, 2 A, 1 B, 2 B の出力電圧が与えられる前記演算処理部 4 において行われる。この算出手順については、本願出願人による前記特願平 1 1 - 1 0 0 6 6 5 号等に詳述されており、ここでの説明は省略するが、高精度の算出結果を得るためには、入力軸 3 1 側の磁気センサ 1 A, 1 B 及び出力軸 3 2 側の磁気センサ 2 A, 2 B の出力特性が一定であり、各磁気センサが対応するターゲット 2 0, 2 0 … の通過に感応して発する出力電圧が同一であることが必要である。

【 0 0 5 6 】

図 2 は、入力軸 3 1 側の磁気センサ 1 A, 1 B の出力電圧の変化態様の一例を

示す説明図である。図の横軸は、検出対象となる入力軸 3 1 の回転角度 θ を示し、図中の実線は、一方の磁気センサ 1 A の出力電圧を、同じく破線は、他方の磁気センサ 1 B の出力電圧を示している。前述の如く、その外周にターゲット 2 0 , 2 0 … が並設されたターゲット板 2 を用いた場合、磁気センサ 1 A , 1 B の出力電圧は、前記入力軸 3 1 が 1 歯分だけ回転する間を一周期とした正弦波状または三角波状の波形となる。

【 0 0 5 7 】

入力軸 3 1 に対して 2 つの磁気センサ 1 A , 1 B を設けてあるのは、頂点（最大値または最小値）付近の領域において得られる不確かな出力電圧を用いた回転角度の算出がなされないようにするためである。これらの磁気センサ 1 A , 1 B は、ターゲット板 2 の周方向の夫々の取り付け位置を調整し、図示の如く、夫々が位相をずらせた出力電圧を発するようにしてある。これにより磁気センサ 1 A , 1 B は、一方の出力電圧が頂点付近の領域にあるとき、他方の出力電圧が頂点付近以外の領域にあることとなり、両磁気センサ 1 A , 1 B を、例えば、夫々の出力電圧が予め設定されたしきい値電圧を上回る（又は下回る）ことを条件として切換え、図示の如く、磁気センサ 1 A , 1 B の出力電圧の使用範囲を設定することにより、頂点付近以外の領域の出力電圧を用いた回転角度の算出を、全周に亘って行わせることができる。

【 0 0 5 8 】

ところが、磁気センサ 1 A , 1 B の出力電圧の変化態様は、これらの出力特性に応じて異なる。図 2 には、磁気センサ 1 A , 1 B の出力特性が大きく異なる場合が示されており、出力特性の相異は、図示の如く、出力電圧のゲインの相異として現出する。例えば、夫々の使用範囲の起点からの回転角度が共に θ_0 であるとき、磁気センサ 1 A の使用時には、 $V_1 A$ なる出力電圧が得られるのに対し、磁気センサ 1 B の使用時には、 $V_1 B$ なる出力電圧が得られることとなり、このような出力電圧に基づいて算出される回転角度は、磁気センサ 1 A , 1 B の何れを使用するかによって異なることとなる。

【 0 0 5 9 】

また、磁気センサ 1 A , 1 B の出力特性は、温度の影響によって変化し、また

、経時的にも変化するから、同一の磁気センサ（1 A 又は 1 B）の出力電圧に基づいて算出される回転角度は、周辺温度の影響による誤差及び経時的な誤差を含んでいる。このような出力特性の相異による回転角度の算出誤差は、出力軸 3 2 側の磁気センサ 2 A、2 B においても全く同様に生じ、前述の如く、磁気センサ 1 A と磁気センサ 1 B との出力電圧差、又は磁気センサ 1 B と磁気センサ 2 B との出力電圧差を用いて算出される回転トルクにも誤差が発生する。

【 0 0 6 0 】

図 3 は、一つの磁気センサ（例えば磁気センサ 1 A）の出力電圧の変化態様の他の一例を示す説明図である。前述の如く磁気センサ 1 A の出力電圧は、1 歯分のターゲット 2 0 に対応する回転角度を一周期とした正弦波状または三角波状の波形である。

【 0 0 6 1 】

ここで磁気センサ 1 A は、前述の如く動かない部位に固定支持してある一方、磁気センサ 1 A が検出対象とするターゲット 2 0、2 0 … は、回転自在に支持された入力軸 3 1 の外周に並設されていることから、磁気センサ 1 A の固定部と入力軸 3 1 との間の同心性が良好に保たれていない場合、又は同心性が良好であっても、入力軸 3 1 が振れ回り状態にある場合、前記磁気センサ 1 A と各ターゲット 2 0、2 0 … との間のエアギャップが回転中に変動することとなる。

【 0 0 6 2 】

このようなエアギャップの変動が生じた場合、磁気センサ 1 A の出力電圧は、エアギャップが小さいときターゲット 2 0 との接近により大きくなり、逆に、エアギャップが大きいときターゲット 2 0 からの離反により小さくなるように変動する。図中の一点鎖線は、エアギャップの変動成分を示しており、このような変動成分が存在する場合の磁気センサ 1 A の実際の出力電圧は、図中に実線により示す本来の周期的な変化に前記変動成分が重畳されて、図中に破線にて示すような変化態様を示す。この結果、夫々の使用範囲の起点からの回転角度が共に θ_0 であるときに得られる出力電圧は、図中に $V_{1A'}$ 及び $V_{1A''}$ として示す如く、各ターゲット 2 0 に対応する周期毎に異なることとなり、このような出力電圧に基づいて算出される回転角度及び回転トルクの精度が低下する。

【 0 0 6 3 】

従って、前記演算処理部 4 において、磁気センサ 1 A, 2 A, 1 B, 2 B の出力電圧をそのまま用いて回転角度及び回転トルクを算出した場合、この算出結果には、各磁気センサ 1 A, 2 A, 1 B, 2 B の出力特性のゲインの相異に起因する誤差と、ターゲット 2 0, 2 0 … との間のエアギャップの変動（オフセット）に起因する誤差とが含まれることとなる。本発明においては、以上の如き誤差の発生を回避するため、演算処理部 4 において、次の如きゲイン補正動作及びオフセット補正動作を行わせる構成としてある。図 4 は、ゲイン及びオフセット補正動作の内容を示すフローチャートである。

【 0 0 6 4 】

ゲイン及びオフセット補正動作は、回転角度及び回転トルクの算出の間の割込み処理として、磁気センサ 1 A, 2 A, 1 B, 2 B の夫々について行われるが、以下の説明においては、入力軸 3 1 を検出対象とする磁気センサ 1 A, 1 B に対する補正手順について述べる。

【 0 0 6 5 】

演算処理部 4 は、回転角度及び回転トルクの算出のために逐次取り込まれる磁気センサ 1 A, 1 B の出力電圧を監視し、対象となる入力軸 3 1 がターゲット 2 0 の 1 歯分（1 ターゲット分）だけ回転したか否かを判定し（ステップ 1）、1 ターゲット分の回転が生じたと判定された場合には、その間の磁気センサ 1 A の出力電圧 $V 1 A$ の最大値 $V 1 A_{\max}$ 及び最小値 $V 1 A_{\min}$ 、並びに磁気センサ 1 B の出力電圧 $V 1 B$ の最大値 $V 1 B_{\max}$ 及び最小値 $V 1 B_{\min}$ を夫々抽出し（ステップ 2）、前記最大値と前記最小値との差 $V 1 A_{pp}$ ($= V 1 A_{\max} - V 1 A_{\min}$) 及び $V 1 B_{pp}$ ($= V 1 B_{\max} - V 1 B_{\min}$) を算出する（ステップ 3）。

【 0 0 6 6 】

次いで、演算処理部 4 は、求められた差 $V 1 A_{pp}$ 及び $V 1 B_{pp}$ を夫々次式に適用し、磁気センサ 1 A, 1 B の夫々に対する補正ゲイン K_{n+1} , k_{n+1} を算出する（ステップ 4）。

【 0 0 6 7 】

$$K_{n+1} = K_0 \times V 1 A_{pp} / V 1 A_{pp0} \quad \cdots (1)$$

$$k_{n+1} = k_0 \times V1B_{PP} / V1B_{PP0} \quad \dots (2)$$

【 0 0 6 8 】

これらの式中、 $V1A_{PP0}$ 及び $V1B_{PP0}$ は、基準となる出力特性を有する磁気センサを用いた場合に前記ターゲット 20 の一歯分の回転の間に得られる最大出力電圧と最小出力電圧との差（基準差）であり、また、 K_0 、 k_0 は、前記基準差の夫々に対して設定された基準ゲインである。

【 0 0 6 9 】

図 5 は、以上の如く算出される補正ゲインの説明図であり、磁気センサ 1 A の出力電圧の変化態様が示されている。図中の実線は、磁気センサ 1 A の実際の出力電圧であり、前述の如く、一歯分のターゲット 20 に対応する回転角度を一周期とした正弦波状または三角波状の波形である。

【 0 0 7 0 】

一方、図 5 中の破線は、磁気センサ 1 A に対して設定された基準特性を示しており、この特性は、同様の一周期間に前記基準差 $V1A_{PP0}$ の間にて周期変化するように設定されている。また、前記基準ゲイン K_0 は、基準特性の基準差に対応するゲインである。従って、適宜の回転角度下において実線により示す出力特性上にて得られる実際の出力電圧 $V1A$ に、前記 (1) 式にて求められる補正ゲイン K_{n+1} を乗じた値は、同一回転角度下での前記基準特性上の出力電圧 VA となる。同様に、磁気センサ 1 B の出力電圧 $V1B$ に前記 (2) 式にて求められる補正ゲイン k_{n+1} を乗じた値は、該磁気センサ 1 B に対して設定された基準特性上の出力電圧 VB となる。

【 0 0 7 1 】

演算処理部 4 における回転角度の演算において、磁気センサ 1 A、1 B の実際の出力電圧 $V1A$ 、 $V1B$ をそのまま用いるのではなく、前記 (1) 式及び (2) 式にて求められる補正ゲイン K_{n+1} 、 k_{n+1} を前記出力電圧 $V1A$ 、 $V1B$ に乗じた結果を用いることにより、常に前記基準特性に基づいて回転角度が算出されることとなり、磁気センサ 1 A、1 B の出力特性の相異、及び夫々の出力特性の変化の影響を受けることなく、検出対象となる入力軸 31 の回転角度を精度良く算出することができるようになる。なお、出力軸 32 を対象軸として用いられ

た磁気センサ 2 A, 2 B の出力電圧 $V 2 A$, $V 2 B$ に対しても全く同様のゲイン補正がなされ、これにより、前述の如く行われる回転トルクの算出精度を高めることができる。

【 0 0 7 2 】

前記補正ゲイン K_{n+1} , k_{n+1} の添字 $(n+1)$ は、現状 $(n$ 回目) の次の回 $(n+1$ 回目) のターゲット (歯) 2 0 の通過の間に得られる出力電圧 $V 1 A$, $V 1 B$ に対して適用されることを示しており、演算処理部 4 においては、各ターゲット (歯) 2 0 が通過する毎に、次のターゲット (歯) 2 0 の通過の間に用いる補正ゲインが算出される。

【 0 0 7 3 】

なお、補正ゲイン K_{n+1} , k_{n+1} は、前記 (1), (2) 式に示すように、最大値と最小値との差 $V 1 A_{pp}$, $V 1 B_{pp}$ を用いるのではなく、これらの代わりに、最大値 $V 1 A_{max}$, $V 1 B_{max}$ 、又は最小値 $V 1 A_{min}$, $V 1 B_{min}$ をそのまま用いて算出することも可能である。但しこの場合、前記最大値及び最小値には、入力軸 3 1 の回転中に前記磁気センサ 1 A, 1 B の夫々とターゲット 2 0, 2 0 … との間にて変動するエアギャップの影響による誤差成分が含まれることから、前記差 $V 1 A_{pp}$, $V 1 B_{pp}$ を用いて補正ゲイン K_{n+1} , k_{n+1} を算出するのが望ましい。

【 0 0 7 4 】

以上の如く補正ゲイン K_{n+1} , k_{n+1} を算出した後、演算処理部 4 は、次いで磁気センサ 1 A の出力電圧の平均値 $V 1 A_{mid}$ ($= (V 1 A_{max} + V 1 A_{min}) / 2$) と磁気センサ 1 B の出力の平均値 $V 1 B_{mid}$ ($= (V 1 B_{max} + V 1 B_{min}) / 2$) とを夫々算出し (ステップ 5)、次いで、これらを夫々次式に適用し、磁気センサ 1 A, 1 B の夫々に対するオフセット量 C_{n+1} , c_{n+1} を算出する (ステップ 6)。

【 0 0 7 5 】

$$C_{n+1} = V 1 A_{mid} - V 1 A_{mid0} \quad \cdots (3)$$

$$c_{n+1} = V 1 B_{mid} - V 1 B_{mid0} \quad \cdots (4)$$

【 0 0 7 6 】

これらの式中、 $V1A_{mid0}$ 、 $V1B_{mid0}$ は、ターゲット 20 に対する芯ずれ、入力軸 31 の振れ回り等、エアギャップの変動要因を排除した望ましい使用状態において、前記ターゲット 20 の一歯分の回転の間に得られる磁気センサ 1 A、1 B の最大出力と最小出力との平均値である。

【 0 0 7 7 】

図 6 は、以上の如く算出されるオフセット量の説明図であり、磁気センサ 1 A の出力電圧の変化態様が表示されている。磁気センサ 1 A の出力電圧は、一歯分のターゲット 20 に対応する回転角度を一周期とし、最大値 $V1A_{max}$ と最小値 $V1A_{min}$ との間にて正弦波状または三角波状の波形となるが、この出力電圧中には、前述の如く、磁気センサ 1 A と各ターゲット 20、20…との間のエアギャップの変動に起因する誤差成分が含まれていることがある。

【 0 0 7 8 】

図中の実線は、このような誤差成分を含む実際の出力電圧の変化態様を示しており、この出力電圧は、図中に一点鎖線により示す如く、エアギャップの変動に応じて緩やかな周期にて変動する中点を有している。前記 $V1A_{mid}$ ($= (V1A_{max} + V1A_{min}) / 2$) は、一歯分のターゲット 20 に対応する回転角度間での前記中点の電圧値であり、前記 (3) 式により算出される C_{n+1} は、図中に細線にて示す本来の中点位置、即ち、エアギャップ変動の影響を排除した望ましい中点位置からのオフセット量を示している。従って、磁気センサ 1 A の実際の出力電圧 $V1A$ に前記オフセット量 C_{n+1} を加算することにより、前記出力電圧 $V1A$ に含まれるエアギャップの変動成分を排除することができる。同様に、磁気センサ 1 B の出力電圧 $V1B$ に前記 (4) 式にて求められるオフセット量 c_{n+1} を加算することにより、前記出力電圧 $V1B$ 中のエアギャップの変動成分を排除することができる。

【 0 0 7 9 】

演算処理部 4 における回転角度の演算において、磁気センサ 1 A、1 B の実際の出力電圧 $V1A$ 、 $V1B$ をそのまま用いるのではなく、前記 (3) 式及び (4) 式にて求められるオフセット量 C_{n+1} 、 c_{n+1} を加算した結果を用いることにより、エアギャップの変動に伴う出力変化の影響を排除して、検出対象となる入力

軸 3 1 の回転角度を精度良く算出することができるようになる。なお、出力軸 3 2 を対象軸として用いられた磁気センサ 2 A, 2 B の出力電圧 V_{2A} , V_{2B} に対しても全く同様のオフセット補正がなされ、これにより、前述の如く行われる回転トルクの算出精度を高めることができる。

【 0 0 8 0 】

オフセット量 C_{n+1} , c_{n+1} の添字 $(n+1)$ は、補正ゲイン K_{n+1} , k_{n+1} におけると同様に、現状 $(n$ 回目) の次の回 $(n+1$ 回目) のターゲット (歯) 2 0 の通過の間に得られる出力電圧 V_{1A} , V_{1B} に対して適用されることを示しており、演算処理部 4 においては、各ターゲット 2 0 が通過する毎に、次のターゲット (歯) 2 0 の通過の間に用いるオフセット量が算出される。

【 0 0 8 1 】

また、オフセット量 C_{n+1} , c_{n+1} は、前記 (3), (4) 式に示すように、最大値及び最小値の平均値 $V_{1A_{mid}}$, $V_{1B_{mid}}$ を用いるのではなく、これらの代わりに、最大値 $V_{1A_{max}}$, $V_{1B_{max}}$ 又は最小値 $V_{1A_{min}}$, $V_{1B_{min}}$ をそのまま用いて算出することも可能である。但しこの場合、前記最大値及び最小値には、前述した如く、磁気センサ 1 A, 1 B の出力特性の変化に起因する誤差成分が含まれることから、前記平均値 $V_{1A_{mid}}$, $V_{1B_{mid}}$ を用いてオフセット量 C_{n+1} , c_{n+1} を算出するのが望ましい。

【 0 0 8 2 】

演算処理部 4 は、前記ステップ 1 からステップ 6 までの動作を、入力軸 3 1 の周上に並設されたターゲット (歯) 2 0, 2 0 … の全数が通過するまで、即ち、入力軸 3 1 が一回転するまで繰り返し (ステップ 7)、一回転したと判定された場合、磁気センサ 1 A, 1 B の夫々について、この回転の間に抽出された出力電圧の最大値及び最小値の累積値 ($\Sigma V_{1A_{max}}$, $\Sigma V_{1A_{min}}$, $\Sigma V_{1B_{max}}$ 及び $\Sigma V_{1B_{min}}$) を夫々求め (ステップ 8)、次いで、前記一回転の間の平均ゲイン K_m 及び k_m を次式によって算出し (ステップ 9)、電源の遮断等、所定の動作終了条件が満たされるまで (ステップ 1 0) 以上の動作を繰り返す。

【 0 0 8 3 】

$$K_m = K_0 \times (\Sigma V_{1A_{max}} - \Sigma V_{1A_{min}}) / (Z \times V_{1A_{pp0}})$$

… (5)

$$k_m = k_0 \times (\sum V_1 B_{\max} - \sum V_1 B_{\min}) / (Z \times V_1 B_{pp0})$$

… (6)

但し、式中のZは、入力軸31の周上でのターゲット20、20…の並設数（歯数）である。

【0084】

以上の如く算出される平均ゲイン K_m 及び k_m は、現状の検出環境下での平均的なゲインを示すものであり、この値は、その後の補正ゲインの算出において基準ゲインとして用いられる。

【0085】

実施の形態2.

図7は、自動車の舵取装置に適用された本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の実施の形態2の構成を示す模式図である。この回転角検出装置及びトルク検出装置は、ターゲット板（回転体）2、2の外側の固定位置に、ターゲット20、20…に対向するように、センサボックス1が配設されている。

【0086】

センサボックス1は、入力軸（第1軸）31及び出力軸（第2軸）32を支承するハウジングH（一部のみ図示）に固定支持され、その内部には、入力軸31側のターゲット20、20…に対向する2つの磁気センサ1A、1B（検出手段）と、出力軸32側のターゲット20、20…に対向する2つの磁気センサ2A、2B（検出手段）とが収納されており、磁気センサ1A、1Bとこれらに対向するターゲット20、20…とにより入力軸31の回転角度を検出するセンサユニットが、また磁気センサ2A、2Bとこれらに対向するターゲット20、20…とにより出力軸32の回転角度を検出するセンサユニットが夫々構成されている。

【0087】

磁気センサ1A、1Bは、夫々の出力電圧（検出信号）の位相がずれるように、入力軸31側のターゲット20に対向しており、磁気センサ2A、2Bは、夫々の出力電圧の位相がずれるように、出力軸32側のターゲット20に対向して

いる。磁気センサ 1 A 及び磁気センサ 2 A は、周方向位置を正しく合わせて、センサボックス 1 に収納されており、磁気センサ 1 B 及び磁気センサ 2 B は、周方向位置を正しく合わせて、センサボックス 1 に収納されている。その他の構成は、実施の形態 1 において説明した図 1 の回転角検出装置及びトルク検出装置の構成と同様であり、同一箇所には同一符号を付して説明を省略する。

【 0 0 8 8 】

以下に、このような構成の回転角検出装置及びトルク検出装置の動作を説明する。

この回転角検出装置及びトルク検出装置は、実施の形態 1 において説明したのと同様に、磁気センサ 1 A, 1 B, 2 A, 2 B の各出力電圧を補正しており、その補正に使用する各出力電圧の最大値及び最小値を常時検出している。

図 8 は、磁気センサ 1 A, 1 B, 2 A, 2 B の各出力電圧の最大値 $V A_{\max}$, $V B_{\max}$ 及び最小値 $V A_{\min}$, $V B_{\min}$ を夫々検出する場合の条件を示す各検出モード 0 ~ 6 をまとめた一覧表である。尚、入力軸 3 1 側の磁気センサ 1 A, 1 B の各出力電圧 $V 1 A$, $V 1 B$ の場合と出力軸 3 2 側の磁気センサ 2 A, 2 B の各出力電圧 $V 2 A$, $V 2 B$ の場合とは、最大値及び最小値を検出する条件が同様であるので、各出力電圧 $V A$, $V B$ で示してある。

【 0 0 8 9 】

この検出モードでは、図 9 に示す出力電圧 $V A$, $V B$ の波形図において、出力電圧 $V A$, $V B$ の各波形が交差（クロス）したときの電圧値より高く、出力電圧 $V A$, $V B$ が取り得る最大値より低い所定の電圧値を上限閾値とし、出力電圧 $V A$, $V B$ の各波形が交差（クロス）したときの電圧値より低く、出力電圧 $V A$, $V B$ が取り得る最小値より高い所定の電圧値を下限閾値としている。

【 0 0 9 0 】

モード 0 は、出力電圧 $V A$, $V B$ の何れもが上限閾値又は下限閾値を超えていない初期モードである。

モード 1 は、出力電圧 $V A$ が上限閾値を上回ったときであり、その後、出力電圧 $V A$, $V B$ の各波形が交わると、図 9 に示す出力電圧 $V A$, $V B$ の波形図から、その間に出力電圧 $V A$ が取った最大値が求める最大値であり、最大値 $V A_{\max}$

が確定して、検出モードは後述するモード2に変更される。出力電圧 V_A が上限閾値を上回った後、出力電圧 V_B が下限閾値を下回ると、検出中断となって、検出モードは後述するモード6に変更される。

【0091】

モード2は、出力電圧 V_B が図9の増加（右上がり）領域にあり、出力電圧 V_A 、 V_B の各波形が交わったときであり、その後、出力電圧 V_B が上限閾値を上回ると、その間に出力電圧 V_A が取った最小値が求める最小値であり、最小値 $V_{A_{min}}$ が確定して、検出モードは後述するモード4に変更される。

【0092】

モード3は、出力電圧 V_A が下限閾値を下回ったときであり、その後、出力電圧 V_A 、 V_B の各波形が交わると、図9に示す出力電圧 V_A 、 V_B の波形図から、その間に出力電圧 V_A が取った最小値が求める最小値であり、最小値 $V_{A_{min}}$ が確定して、検出モードはモード2に変更される。出力電圧 V_A が下限閾値を下回った後、出力電圧 V_B が上限閾値を上回ると、検出中断となって、検出モードは後述するモード4に変更される。

【0093】

モード4は、出力電圧 V_B が上限閾値を上回ったときであり、その後、出力電圧 V_A 、 V_B の各波形が交わると、図9に示す出力電圧 V_A 、 V_B の波形図から、その間に出力電圧 V_B が取った最大値が求める最大値であり、最大値 $V_{B_{max}}$ が確定して、検出モードは後述するモード5に変更される。出力電圧 V_B が上限閾値を上回った後、出力電圧 V_A が下限閾値を下回ると、検出中断となって、検出モードはモード3に変更される。

【0094】

モード5は、出力電圧 V_A が図9の増加（右上がり）領域にあり、出力電圧 V_A 、 V_B の各波形が交わったときであり、その後、出力電圧 V_A が下限閾値を下回ると、図9に示す出力電圧 V_A 、 V_B の波形図から、その間に出力電圧 V_B が取った最大値が求める最大値であり、最大値 $V_{B_{max}}$ が確定して、検出モードはモード3に変更される。

【0095】

モード6は、出力電圧VBが下限閾値を下回ったときであり、その後、出力電圧VA、VBの各波形が交わると、図9に示す出力電圧VA、VBの波形図から、その間に出力電圧VBが取った最小値が求める最小値であり、最小値 $V_{B\min}$ が確定して、検出モードはモード5に変更される。出力電圧VBが下限閾値を下回った後、出力電圧VAが上限閾値を上回ると、検出中断となって、検出モードはモード1に変更される。

【0096】

以下に、この回転角検出装置及びトルク検出装置の、上述したような検出モードを使用して磁気センサ1A、1B、2A、2Bの各出力電圧を補正する動作を、それを示す図10～19のフローチャートを参照しながら説明する。尚、上述したように、磁気センサ1A、1Bの各出力電圧V1A、V1B及び磁気センサ2A、2Bの各出力電圧V2A、V2Bは、各出力電圧VA、VBで示してあり、トルク検出装置の場合は、入力軸31側及び出力軸32側で、同様の動作が行われる。

【0097】

この回転角検出装置及びトルク検出装置の演算処理部4は、先ず、出力電圧VA、VBの最大値及び最小値を検出し更新する(S12)。

演算処理部4は、次に、2つのセンサの出力電圧VA、VBの検出を完了したか否かを判定し(S14)、完了していなければリターンする。

演算処理部4は、2つのセンサの出力電圧VA、VBの検出を完了していれば(S14)、検出し更新した最大値及び最小値(S12)を使用して、実施の形態1で説明したゲイン補正係数を算出する(S16)。

【0098】

演算処理部4は、ゲイン補正係数を算出した(S16)後、検出し更新した最大値及び最小値(S12)を使用して、実施の形態1で説明したオフセット補正係数を算出し(S18)、次いで、算出したゲイン補正係数及びオフセット補正係数を使用して、検出を完了した出力電圧VA、VB(S14)を補正する(S20)。

回転角検出装置は、補正した出力電圧VA、VB(S20)に基づき、入力軸

3 1 又は出力軸 3 2 の回転角度を検出し、トルク検出装置は、検出された入力軸 3 1 及び出力軸 3 2 の回転角度に基づき、入力軸 3 1 に加えられたトルクを検出し出力する。

【0 0 9 9】

演算処理部 4 は、出力電圧 V_A 、 V_B の最大値及び最小値を検出し更新するに際して (S 1 2)、その検出状態がモード 1 であるか否かを判定し (図 1 1 S 2 2)、モード 1 であれば、出力電圧 V_A の最大値 $V_{A_{max}}$ を検出するモードに入り、そのモードの処理を実行して (S 3 6) リターンする。

演算処理部 4 は、その検出状態がモード 1 でなければ (S 2 2)、その検出状態がモード 2 であるか否かを判定し (S 2 4)、その検出状態がモード 2 であれば、出力電圧 V_A の最小値 $V_{A_{min}}$ を検出するモードに入り、そのモードの処理を実行して (S 3 8) リターンする。

【0 1 0 0】

演算処理部 4 は、その検出状態がモード 2 でなければ (S 2 4)、その検出状態がモード 3 であるか否かを判定し (S 2 6)、その検出状態がモード 3 であれば、出力電圧 V_A の最小値 $V_{A_{min}}$ を検出するモードに入り、そのモードの処理を実行して (S 4 0) リターンする。

演算処理部 4 は、その検出状態がモード 3 でなければ (S 2 6)、その検出状態がモード 4 であるか否かを判定し (S 2 8)、その検出状態がモード 4 であれば、出力電圧 V_B の最大値 $V_{B_{max}}$ を検出するモードに入り、そのモードの処理を実行して (S 4 2) リターンする。

【0 1 0 1】

演算処理部 4 は、その検出状態がモード 4 でなければ (S 2 8)、その検出状態がモード 5 であるか否かを判定し (S 3 0)、その検出状態がモード 5 であれば、出力電圧 V_B の最大値 $V_{B_{max}}$ を検出するモードに入り、そのモードの処理を実行して (S 4 4) リターンする。

演算処理部 4 は、その検出状態がモード 5 でなければ (S 3 0)、その検出状態がモード 6 であるか否かを判定し (S 3 2)、その検出状態がモード 6 であれば、出力電圧 V_B の最小値 $V_{B_{min}}$ を検出するモードに入り、そのモードの処理

を実行して（S 4 6）リターンする。

演算処理部 4 は、その検出状態がモード 6 でなければ（S 3 2）、その検出状態は初期モード 0 であり、初期モードの処理を実行して（S 3 4）リターンする。

【0 1 0 2】

（モード 0）

演算処理部 4 は、初期モード 0 に入ると（図 1 1 S 3 4）、前回サンプリングした出力電圧 V A、V B の内、何れが図 9 の太線に示す増加領域にあったかを判定し（図 1 3 S 3 4 1）、出力電圧 V A が増加領域にあったならば、出力電圧 V A が上限閾値を上回ったか否かを判定する（S 3 4 2）。

演算処理部 4 は、出力電圧 V A が上限閾値を上回っていなければ（S 3 4 2）、出力電圧 V A が下限閾値を下回ったか否かを判定し（S 3 4 3）、出力電圧 V A が下限閾値を下回っていなければ、出力電圧 V A、V B の各波形が交わったか否かを判定する（S 3 4 4）。

【0 1 0 3】

演算処理部 4 は、出力電圧 V A、V B の各波形が交わっていなければ（S 3 4 4）、そのままリターンし、出力電圧 V A、V B の各波形が交わっていれば（S 3 4 4）、出力電圧 V A、V B の最大値及び最小値を検出する状態をモード 5 として（S 3 5 3）リターンする。

【0 1 0 4】

演算処理部 4 は、出力電圧 V A が上限閾値を上回っていれば（S 3 4 2）、出力電圧 V A、V B の最大値及び最小値を検出する状態をモード 1 として（S 3 5 1）リターンする。

演算処理部 4 は、出力電圧 V A が下限閾値を下回っていれば（S 3 4 3）、出力電圧 V A、V B の最大値及び最小値を検出する状態をモード 3 として（S 3 5 2）リターンする。

【0 1 0 5】

演算処理部 4 は、前回サンプリングした出力電圧 V A、V B の内、出力電圧 V A が増加領域になかったならば（S 3 4 1）、出力電圧 V B が上限閾値を上回っ

たか否かを判定する（S 3 4 5）。

演算処理部 4 は、出力電圧 V_B が上限閾値を上回っていなければ（S 3 4 5）、出力電圧 V_B が下限閾値を下回ったか否かを判定し（S 3 4 6）、出力電圧 V_B が下限閾値を下回っていなければ、出力電圧 V_A 、 V_B の各波形が交わったか否かを判定する（S 3 4 7）。

【0 1 0 6】

演算処理部 4 は、出力電圧 V_A 、 V_B の各波形が交わっていなければ（S 3 4 7）、そのままリターンし、出力電圧 V_A 、 V_B の各波形が交わっていれば（S 3 4 7）、出力電圧 V_A 、 V_B の最大値及び最小値を検出する状態をモード 2 として（S 3 5 0）リターンする。

【0 1 0 7】

演算処理部 4 は、出力電圧 V_B が上限閾値を上回っていれば（S 3 4 5）、出力電圧 V_A 、 V_B の最大値及び最小値を検出する状態をモード 4 として（S 3 4 8）リターンする。

演算処理部 4 は、出力電圧 V_B が下限閾値を下回っていれば（S 3 4 6）、出力電圧 V_A 、 V_B の最大値及び最小値を検出する状態をモード 6 として（S 3 4 9）リターンする。

【0 1 0 8】

（モード 1）

演算処理部 4 は、出力電圧 V_A の最大値 $V_{A_{max}}$ を検出するモード 1 に入ると（図 1 1 S 3 6）、出力電圧 V_B が下限閾値を下回ったか否かを判定し（図 1 4 S 3 6 1）、出力電圧 V_B が下限閾値を下回っていなければ、出力電圧 V_A 、 V_B の各波形が交わっているか否かを判定する（S 3 6 2）。

演算処理部 4 は、出力電圧 V_A 、 V_B の各波形が交わっていなければ（S 3 6 2）、この最大値 $V_{A_{max}}$ を検出するモードになってからの出力電圧 V_A の仮最大値 $V_{A_{max-pre}}$ を、出力電圧 V_A が超えているか否かを判定する（S 3 6 3）。

【0 1 0 9】

演算処理部 4 は、仮最大値 $V_{A_{max-pre}}$ を出力電圧 V_A が超えていれば（S 3

63)、その出力電圧 V_A を新たな仮最大値 $V_{A_{\max-pre}}$ として (S364) リターンする。仮最大値 $V_{A_{\max-pre}}$ を出力電圧 V_A が超えていなければ (S363)、そのままリターンする。

演算処理部4は、出力電圧 V_A 、 V_B の各波形が交わっていれば (S362)、この最大値 $V_{A_{\max}}$ を検出するモードになってからの出力電圧 V_A の仮最大値 $V_{A_{\max-pre}}$ を、出力電圧 V_A の最大値 $V_{A_{\max}}$ として確定する (S366)。次いで、出力電圧 V_A 、 V_B の最大値及び最小値を検出する状態をモード2として (S367)、最大値 $V_{A_{\max}}$ を検出するモード1を解除(クリア)すると共に、仮最大値 $V_{A_{\max-pre}}$ を出力電圧の midpoint 電圧 V_{mid} にして (S368) リターンする。

【0110】

演算処理部4は、出力電圧 V_B が下限閾値を下回っていれば (S361)、出力電圧 V_A 、 V_B の最大値及び最小値を検出する状態をモード6として (S365)、最大値 $V_{A_{\max}}$ を検出するモード1を解除(クリア)すると共に、仮最大値 $V_{A_{\max-pre}}$ を出力電圧の midpoint 電圧 V_{mid} にして (S368) リターンする。

【0111】

(モード2)

演算処理部4は、出力電圧 V_A の最小値 $V_{A_{\min}}$ を検出するモード2に入ると (図11S38)、出力電圧 V_B が上限閾値を上回ったか否かを判定する (図15S382)。

演算処理部4は、出力電圧 V_B が上限閾値を上回っていなければ (S382)、この最小値 $V_{A_{\min}}$ を検出するモードになってからの出力電圧 V_A の仮最小値 $V_{A_{\min-pre}}$ を、出力電圧 V_A が下回っているか否かを判定する (S385)。

【0112】

演算処理部4は、仮最小値 $V_{A_{\min-pre}}$ を出力電圧 V_A が下回っていれば (S385)、その出力電圧 V_A を新たな仮最小値 $V_{A_{\min-pre}}$ として (S386) リターンする。仮最小値 $V_{A_{\min-pre}}$ を出力電圧 V_A が下回っていなければ (S385)、そのままリターンする。

【0113】

演算処理部 4 は、出力電圧 V_B が上限閾値を上回っていれば (S 3 8 2)、この最小値 $V_{A_{min}}$ を検出するモードになってからの出力電圧 V_A の仮最小値 $V_{A_{min-pre}}$ を、出力電圧 V_A の最小値 $V_{A_{min}}$ として確定する (S 3 8 9)。次いで、出力電圧 V_A 、 V_B の最大値及び最小値を検出する状態をモード 4 として (S 3 9 0)、最小値 $V_{A_{min}}$ を検出するモードを解除 (クリア) し、仮最小値 $V_{A_{min-pre}}$ を出力電圧の midpoint 電圧 V_{mid} にして (S 3 9 1)、リターンする。

【0 1 1 4】

(モード 3)

演算処理部 4 は、出力電圧 V_A の最小値 $V_{A_{min}}$ を検出するモード 3 に入ると (図 1 1 S 4 0)、出力電圧 V_B が上限閾値を上回ったか否かを判定し (図 1 6 S 4 0 1)、出力電圧 V_B が上限閾値を上回っていなければ、出力電圧 V_A 、 V_B の各波形が交わっているか否かを判定する (S 4 0 2)。

演算処理部 4 は、出力電圧 V_A 、 V_B の各波形が交わっていなければ (S 4 0 2)、この最小値 $V_{A_{min}}$ を検出するモードになってからの出力電圧 V_A の仮最小値 $V_{A_{min-pre}}$ を、出力電圧 V_A が下回っているか否かを判定する (S 4 0 3)。

【0 1 1 5】

演算処理部 4 は、仮最小値 $V_{A_{min-pre}}$ を出力電圧 V_A が下回っていれば (S 4 0 3)、その出力電圧 V_A を新たな仮最小値 $V_{A_{min-pre}}$ として (S 4 0 4) リターンする。仮最小値 $V_{A_{min-pre}}$ を出力電圧 V_A が下回っていなければ (S 4 0 3)、そのままリターンする。

演算処理部 4 は、出力電圧 V_A 、 V_B の各波形が交わっていれば (S 4 0 2)、この最小値 $V_{A_{min}}$ を検出するモードになってからの出力電圧 V_A の仮最小値 $V_{A_{min-pre}}$ を、出力電圧 V_A の最小値 $V_{A_{min}}$ として確定する (S 4 0 6)。次いで、出力電圧 V_A 、 V_B の最大値及び最小値を検出する状態をモード 2 として (S 4 0 7)、最小値 $V_{A_{min}}$ を検出するモード 3 を解除 (クリア) すると共に、仮最小値 $V_{A_{min-pre}}$ を出力電圧の midpoint 電圧 V_{mid} にして (S 4 0 8) リターンする。

【0 1 1 6】

演算処理部 4 は、出力電圧 V_B が上限閾値を上回っていれば (S 4 0 1)、出力電圧 V_A 、 V_B の最大値及び最小値を検出する状態をモード 4 として (S 4 0 5)、最小値 $V_{A_{\min}}$ を検出するモード 3 を解除 (クリア) すると共に、仮最小値 $V_{A_{\min-pre}}$ を出力電圧の midpoint 電圧 V_{mid} にして (S 4 0 8) リターンする。

【 0 1 1 7 】

(モード 4)

演算処理部 4 は、出力電圧 V_B の最大値 $V_{B_{\max}}$ を検出するモード 4 に入ると (図 1 1 S 4 2)、出力電圧 V_A が下限閾値を下回ったか否かを判定し (図 1 7 S 4 2 1)、出力電圧 V_A が下限閾値を下回っていなければ、出力電圧 V_A 、 V_B の各波形が交わっているか否かを判定する (S 4 2 2)。

演算処理部 4 は、出力電圧 V_A 、 V_B の各波形が交わっていなければ (S 4 2 2)、この最大値 $V_{B_{\max}}$ を検出するモードになってからの出力電圧 V_B の仮最大値 $V_{B_{\max-pre}}$ を、出力電圧 V_B が超えているか否かを判定する (S 4 2 3)。

【 0 1 1 8 】

演算処理部 4 は、仮最大値 $V_{B_{\max-pre}}$ を出力電圧 V_B が超えていれば (S 4 2 3)、その出力電圧 V_B を新たな仮最大値 $V_{B_{\max-pre}}$ として (S 4 2 4) リターンする。仮最大値 $V_{B_{\max-pre}}$ を出力電圧 V_B が超えていなければ (S 4 2 3)、そのままリターンする。

演算処理部 4 は、出力電圧 V_A 、 V_B の各波形が交わっていれば (S 4 2 2)、この最大値 $V_{B_{\max}}$ を検出するモードになってからの出力電圧 V_B の仮最大値 $V_{B_{\max-pre}}$ を、出力電圧 V_B の最大値 $V_{B_{\max}}$ として確定する (S 4 2 6)。次いで、出力電圧 V_A 、 V_B の最大値及び最小値を検出する状態をモード 5 として (S 4 2 7)、最大値 $V_{B_{\max}}$ を検出するモード 4 を解除 (クリア) すると共に、仮最大値 $V_{B_{\max-pre}}$ を出力電圧の midpoint 電圧 V_{mid} にして (S 4 2 8) リターンする。

【 0 1 1 9 】

演算処理部 4 は、出力電圧 V_A が下限閾値を下回っていれば (S 4 2 1)、出力電圧 V_A 、 V_B の最大値及び最小値を検出する状態をモード 3 として (S 4 2

5)、最大値 VB_{\max} を検出するモード4を解除(クリア)すると共に、仮最大値 $VB_{\max\text{-pre}}$ を出力電圧の midpoint 電圧 V_{mid} にして(S428)リターンする。

【0120】

(モード5)

演算処理部4は、出力電圧 VB の最大値 VB_{\max} を検出するモード5に入ると(図11S44)、出力電圧 VA が下限閾値を下回ったか否かを判定する(図18S441)。

演算処理部4は、出力電圧 VA が下限閾値を下回っていなければ(S441)、この最大値 VB_{\max} を検出するモードになってからの出力電圧 VB の仮最大値 $VB_{\max\text{-pre}}$ を、出力電圧 VB が超えているか否かを判定する(S443)。

【0121】

演算処理部4は、仮最大値 $VB_{\max\text{-pre}}$ を出力電圧 VB が超えていれば(S443)、その出力電圧 VB を新たな仮最大値 $VB_{\max\text{-pre}}$ とする(S444)。演算処理部4は、仮最大値 $VB_{\max\text{-pre}}$ を出力電圧 VB が超えていなければ(S443)、リターンする。

【0122】

演算処理部4は、出力電圧 VA が下限閾値を下回っていれば(S441)、この最大値 VB_{\max} 及び最小値 VB_{\min} を検出するモードになってからの出力電圧 VB の仮最大値 $VB_{\max\text{-pre}}$ を、出力電圧 VB の最大値 VB_{\max} として確定する(S447)。次いで、出力電圧 VA 、 VB の最大値及び最小値を検出する状態をモード3として(S448)、最大値 VB_{\max} を検出するモードを解除(クリア)し、仮最大値 $VB_{\max\text{-pre}}$ を出力電圧の midpoint 電圧 V_{mid} にして(S452)リターンする。

【0123】

(モード6)

演算処理部4は、出力電圧 VB の最小値 VB_{\min} を検出するモード6に入ると(図11S46)、出力電圧 VA が上限閾値を上回ったか否かを判定し(図19S461)、出力電圧 VA が上限閾値を上回っていなければ、出力電圧 VA 、 VB の各波形が交わっているか否かを判定する(S462)。

演算処理部 4 は、出力電圧 V_A 、 V_B の各波形が交わっていなければ (S 4 6 2)、この最小値 $V_{B_{min}}$ を検出するモードになってからの出力電圧 V_B の仮最小値 $V_{B_{min-pre}}$ を、出力電圧 V_B が下回っているか否かを判定する (S 4 6 3)。

【0124】

演算処理部 4 は、仮最小値 $V_{B_{min-pre}}$ を出力電圧 V_B が下回っていれば (S 4 6 3)、その出力電圧 V_B を新たな仮最小値 $V_{B_{min-pre}}$ として (S 4 6 4) リターンする。仮最小値 $V_{B_{min-pre}}$ を出力電圧 V_B が下回っていなければ (S 4 6 3)、そのままリターンする。

演算処理部 4 は、出力電圧 V_A 、 V_B の各波形が交わっていれば (S 4 6 2)、この最小値 $V_{B_{min}}$ を検出するモードになってからの出力電圧 V_B の仮最小値 $V_{B_{min-pre}}$ を、出力電圧 V_B の最小値 $V_{B_{min}}$ として確定する (S 4 6 6)。次いで、出力電圧 V_A 、 V_B の最大値及び最小値を検出する状態をモード 5 として (S 4 6 7)、最小値 $V_{B_{min}}$ を検出するモード 6 を解除 (クリア) すると共に、仮最小値 $V_{B_{min-pre}}$ を出力電圧の midpoint 電圧 V_{mid} にして (S 4 6 8) リターンする。

【0125】

演算処理部 4 は、出力電圧 V_A が上限閾値を上回っていれば (S 4 6 1)、出力電圧 V_A 、 V_B の最大値及び最小値を検出する状態をモード 1 として (S 4 6 5)、最小値 $V_{B_{min}}$ を検出するモード 6 を解除 (クリア) すると共に、仮最小値 $V_{B_{min-pre}}$ を出力電圧の midpoint 電圧 V_{mid} にして (S 4 6 8) リターンする。

【0126】

(出力電圧補正)

演算処理部 4 は、ゲイン補正係数を算出する際 (図 10 S 1 6) は、上述したモード 1 ~ 6 の何れかにより検出した出力電圧 V_A の最大値 $V_{A_{max}}$ 及び最小値 $V_{A_{min}}$ と、基準となる出力特性を有する磁気センサを用いた場合にターゲット 20 の一歯分の回転の間に得られる最大出力電圧及び最小出力電圧の差 (基準差) V_{PP0} とを使用して、磁気センサ 1 A、2 A のゲイン補正係数 $K_A = V_{PP0} / (V_{A_{max}} - V_{A_{min}})$ を演算し (図 12 S 1 6 1)、上述したモード 1 ~ 6 の

何れかにより検出した出力電圧 V_B の最大値 $V_{B_{\max}}$ 及び最小値 $V_{B_{\min}}$ と基準差 V_{PP0} とを使用して、磁気センサ 1 B, 2 B のゲイン補正係数 $K_B = V_{PP0} / (V_{B_{\max}} - V_{B_{\min}})$ を演算する (S 1 6 2)。

【 0 1 2 7 】

演算処理部 4 は、オフセット補正係数を算出する際 (図 1 0 S 1 8) は、上述したモード 1 ~ 6 の何れかにより検出した出力電圧 V_A の最大値 $V_{A_{\max}}$ 及び最小値 $V_{A_{\min}}$ を使用して、磁気センサ 1 A, 2 A のオフセット補正係数 $V_{A_{\text{mid}}} = (V_{A_{\max}} + V_{A_{\min}}) / 2$ を演算し (図 1 2 S 1 8 1)、上述したモード 1 ~ 6 の何れかにより検出した出力電圧 V_B の最大値 $V_{B_{\max}}$ 及び最小値 $V_{B_{\min}}$ を使用して、磁気センサ 1 B, 2 B のオフセット補正係数 $V_{B_{\text{mid}}} = (V_{B_{\max}} + V_{B_{\min}}) / 2$ を演算する (S 1 8 2)。

【 0 1 2 8 】

演算処理部 4 は、検出を完了した磁気センサ 1 A, 2 A, 1 B, 2 B の出力電圧 V_A , V_B (図 1 0 S 1 4) を補正する際 (図 1 0 S 2 0) は、算出したゲイン補正係数 K_A (図 1 2 S 1 6 1) と、算出したオフセット補正係数 $V_{A_{\text{mid}}}$ (図 1 2 S 1 8 1) とを使用して、出力電圧 $V_A' = (V_A - V_{A_{\text{mid}}}) * K_A + V_{\text{mid}}$ を演算して補正し (図 1 2 S 2 0 1)、算出したゲイン補正係数 K_B (図 1 2 S 1 6 2) と、算出したオフセット補正係数 $V_{B_{\text{mid}}}$ (図 1 2 S 1 8 2) とを使用して、出力電圧 $V_B' = (V_B - V_{B_{\text{mid}}}) * K_B + V_{\text{mid}}$ を演算して補正する (図 1 2 S 2 0 2)。

【 0 1 2 9 】

実施の形態 3.

図 2 0 は、自動車の舵取装置に適用された本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の実施の形態 3 の構成を示す模式図である。この回転角検出装置及びトルク検出装置は、ターゲット板 (回転体) 2, 2 の外側の固定位置に、ターゲット 2 0, 2 0 … に対向するように、センサボックス 1 c が配設されている。

【 0 1 3 0 】

センサボックス 1 c は、入力軸 (第 1 軸) 3 1 及び出力軸 (第 2 軸) 3 2 を支承するハウジング H (一部のみ図示) に固定支持され、その内部には、入力軸 3

1側のターゲット20、20…に対向する2つの磁気センサ1A、1B（検出手段）と、出力軸32側のターゲット20、20…に対向する2つの磁気センサ2A、2B（検出手段）とが収納されており、磁気センサ1A、1Bとこれらに対向するターゲット20、20…とにより入力軸31の回転角度を検出するセンサユニットが、また磁気センサ2A、2Bとこれらに対向するターゲット20、20…とにより出力軸32の回転角度を検出するセンサユニットが夫々構成されている。

【0131】

磁気センサ1A、2A、1B、2Bの出力は、センサボックス1cの外部に引き出され、マイクロプロセッサを用いてなる演算処理部4aに与えられている。

また、センサボックス1c内には、磁気センサ1A、1B、2A、2Bの温度を検出する温度検出器5（温度検出手段）が設けられ、温度検出器5が検出した温度は演算処理部4aに与えられる。

【0132】

磁気センサ1A、1Bは、夫々の出力電圧（検出信号）の位相がずれるように、入力軸31側のターゲット20に対向しており、磁気センサ2A、2Bは、夫々の出力電圧の位相がずれるように、出力軸32側のターゲット20に対向している。磁気センサ1A及び磁気センサ2Aは、周方向位置を正しく合わせて、センサボックス1cに収納されており、磁気センサ1B及び磁気センサ2Bは、周方向位置を正しく合わせて、センサボックス1cに収納されている。その他の構成は、実施の形態1において説明した図1の回転角検出装置及びトルク検出装置の構成と同様であり、同一箇所には同一符号を付して説明を省略する。

【0133】

以下に、このような構成の回転角検出装置及びトルク検出装置の動作を、それを示す図21～24のフローチャートを参照しながら説明する。

この回転角検出装置及びトルク検出装置の演算処理部4aは、先ず、磁気センサ1A、1B、2A、2Bの各出力電圧V1A、V1B、V2A、V2Bの夫々の最大値及び最小値を検出し更新する（S50）。

演算処理部4aは、次に、磁気センサ1A、1B、2A、2Bの各出力電圧V

1 A, V 1 B, V 2 A, V 2 B の検出を完了したか否かを判定し (S 5 2)、完了していれば、温度検出器 5 が検出した温度を読み込む (S 5 4)。

【 0 1 3 4 】

演算処理部 4 a は、読み込んだ温度 (S 5 4) と、出力電圧 V 1 A, V 1 B, V 2 A, V 2 B の夫々の最大値及び最小値を検出し更新したときに (S 5 0)、温度検出器 5 が検出し、読み込んだ温度 (後述) との差を演算し、その差の絶対値が所定値を超えているか否かを判定する (S 5 6)。

演算処理部 4 a は、その差の絶対値が所定値を超えていなければ (S 5 6)、検出し更新した最大値及び最小値 (S 5 0) を使用して、実施の形態 1 で説明したゲイン補正係数を算出する (S 1 6)。

【 0 1 3 5 】

演算処理部 4 a は、ゲイン補正係数を算出した (S 1 6) 後、検出し更新した最大値及び最小値 (S 5 0) を使用して、実施の形態 1 で説明したオフセット補正係数を算出し (S 1 8)、次いで、算出したゲイン補正係数及びオフセット補正係数を使用して、検出を完了した出力電圧 V 1 A, V 1 B, V 2 A, V 2 B (S 5 2) を補正する (S 2 0)。

回転角検出装置は、補正した出力電圧 V 1 A, V 1 B, V 2 A, V 2 B (S 2 0) に基づき、入力軸 3 1 又は出力軸 3 2 の回転角度を検出し、トルク検出装置は、検出された入力軸 3 1 及び出力軸 3 2 の回転角度に基づき、入力軸 3 1 に加えられたトルクを検出し出力する。

【 0 1 3 6 】

演算処理部 4 a は、磁気センサ 1 A, 1 B, 2 A, 2 B の各出力電圧 V 1 A, V 1 B, V 2 A, V 2 B の検出を完了していないとき (S 5 2)、又はその差の絶対値が所定値を超えているとき (S 5 6)、出力電圧 V 1 A, V 1 B, V 2 A, V 2 B を補正する為のそれ迄の動作を無効として (S 5 8) リターンする。

【 0 1 3 7 】

ここで、演算処理部 4 a は、磁気センサ 1 A, 1 B, 2 A, 2 B の各出力電圧 V 1 A, V 1 B, V 2 A, V 2 B の最大値及び最小値を検出し更新するに際して (S 5 0)、実施の形態 2 において説明したように、磁気センサ 1 A, 1 B, 2

A, 2 B の各出力電圧 $V 1 A$, $V 1 B$, $V 2 A$, $V 2 B$ の最大値及び最小値を検出し更新する (図 1 0 S 1 2) と共に、各出力電圧毎に、最大値又は最小値を検出したときに検出状態フラグを書き換える。

演算処理部 4 a は、入力軸 3 1 側の磁気センサ 1 A, 1 B の検出状態を示すフラグ $I N$ 、及び出力軸 3 2 側の磁気センサ 2 A, 2 B の検出状態を示すフラグ $O U T$ の 2 つを備え、それぞれ初期状態 (クリア状態) では 0 とする。

【 0 1 3 8 】

フラグ $I N$, $O U T$ は、各出力電圧毎に、最大値又は最小値を検出する都度、それぞれ、

最大値 $V 1 A_{\max}$; $I N = 1$, 最小値 $V 1 A_{\min}$; $I N = 2$,

最大値 $V 1 B_{\max}$; $I N = 3$, 最小値 $V 1 B_{\min}$; $I N = 4$,

最大値 $V 2 A_{\max}$; $O U T = 1$, 最小値 $V 2 A_{\min}$; $O U T = 2$,

最大値 $V 2 B_{\max}$; $O U T = 3$, 最小値 $V 2 B_{\min}$; $O U T = 4$

となり、入力軸 3 1 側 ($I N$) 及び出力軸 3 2 側 ($O U T$) のフラグの値が一致した時点で、その最大値又は最小値を更新し、出力電圧の補正演算に使用する。

【 0 1 3 9 】

トルクによるトーションバー 3 4 の振れにより、入力軸 3 1 側及び出力軸 3 2 側で最大値又は最小値の検出タイミングがずれた場合は、先に検出され、値が書き換えられたフラグが待機状態となる。

演算処理部 4 a は、操舵輪 3 0 の回転方向が変わり、待機状態のフラグに対して、他方のフラグに異なる値が書き換えられた場合は、両フラグを一旦クリアし、最新の検出状態により同時に、両フラグに同じ値が書き換えられた場合を有効とし、出力電圧の最大値又は最小値を更新する。

【 0 1 4 0 】

演算処理部 4 a は、磁気センサ 1 A, 1 B, 2 A, 2 B の各出力電圧 $V 1 A$, $V 1 B$, $V 2 A$, $V 2 B$ の最大値及び最小値を検出し更新する際 (S 5 0) は、入力軸 3 1 側の磁気センサ 1 A, 1 B の検出状態を示すフラグ $I N$ 、及び出力軸 3 2 側の磁気センサ 2 A, 2 B の検出状態を示すフラグ $O U T$ の各値を判定し (図 2 2 S 6 6)、フラグ $I N \neq 0$ 及び / 又はフラグ $O U T \neq 0$ であれば、新規に

最大値又は最小値が検出されており、新規に書き換えられたフラグを待機状態とし、他方のフラグをクリア（＝0）とする、検出状態フラグのクリア条件判定を行う（S 6 8）。フラグ I N ≠ 0 及び／又はフラグ O U T ≠ 0 でなければ（S 6 6）、つまり、フラグ I N = 0 及びフラグ O U T = 0 であれば、検出状態は変わっていないのでリターンする。

【 0 1 4 1 】

演算処理部 4 a は、次に、フラグ I N，O U T が同じ値であるか否かを判定し（S 7 0）、同じ値であれば、フラグ I N が 1 であるか否か、つまり、同じ値が 1 であるか否かを判定する（S 7 2）。

演算処理部 4 a は、同じ値が 1 でなければ（S 7 2）、フラグ I N が 2 であるか否か、つまり、同じ値が 2 であるか否かを判定する（S 7 4）。

演算処理部 4 a は、同じ値が 2 でなければ（S 7 4）、フラグ I N が 3 であるか否か、つまり、同じ値が 3 であるか否かを判定する（S 7 6）。

【 0 1 4 2 】

演算処理部 4 a は、フラグ I N が 3 でなければ（S 7 6）、つまり、同じ値が 4 であれば、最小値 $V 1 B_{min}$ ， $V 2 B_{min}$ が同時的に検出されたと判定し、最小値 $V 1 B_{min}$ ， $V 2 B_{min}$ を更新し（S 7 8）、そのとき、温度検出器 5 が検出した温度を記憶する（図 2 3 S 8 0）。

演算処理部 4 a は、次に、フラグ I N，O U T をクリアした（S 8 2）後、前回検出状態フラグ I N を今回検出状態フラグ I N とし、前回検出状態フラグ O U T を今回検出状態フラグ O U T として（S 8 4）リターンする。

【 0 1 4 3 】

演算処理部 4 a は、フラグ I N が 1 であれば（S 7 2）、つまり、同じ値が 1 であれば、最大値 $V 1 A_{max}$ ， $V 2 A_{max}$ が同時的に検出されたと判定し、最大値 $V 1 A_{max}$ ， $V 2 A_{max}$ を更新し（S 8 6）、そのとき、温度検出器 5 が検出した温度を記憶する（図 2 3 S 8 0）。

演算処理部 4 a は、フラグ I N が 2 であれば（S 7 4）、つまり、同じ値が 2 であれば、最小値 $V 1 A_{min}$ ， $V 2 A_{min}$ が同時的に検出されたと判定し、最小値 $V 1 A_{min}$ ， $V 2 A_{min}$ を更新し（S 8 8）、そのとき、温度検出器 5 が検出

した温度を記憶する（図 2 3 S 8 0）。

【 0 1 4 4 】

演算処理部 4 a は、フラグ I N が 3 であれば（S 7 6）、つまり、同じ値が 3 であれば、最大値 $V 1 B_{\max}$ 、 $V 2 B_{\max}$ が同時的に検出されたと判定し、最大値 $V 1 B_{\max}$ 、 $V 2 B_{\max}$ を更新し（S 9 0）、そのとき、温度検出器 5 が検出した温度を記憶する（図 2 3 S 8 0）。

【 0 1 4 5 】

演算処理部 4 a は、フラグ I N、O U T が同じ値であるか否かを判定し（S 7 0）、同じ値でなければ、前回検出状態フラグ I N を今回検出状態フラグ I N とし、前回検出状態フラグ O U T を今回検出状態フラグ O U T として（図 2 3 S 8 4）リターンする。

【 0 1 4 6 】

演算処理部 4 a は、新規に書き換えられたフラグを待機状態とし、他方のフラグをクリア（= 0）とする、検出状態フラグのクリア条件判定を行う（図 2 2 S 6 8）際は、先ず、前回検出状態フラグ I N が今回検出状態フラグ I N と同じであるか否かを判定し（図 2 4 S 6 8 1）、同じであれば、前回検出状態フラグ O U T が 0 でないか否かを判定する（S 6 8 2）。

演算処理部 4 a は、前回検出状態フラグ O U T が 0 でなければ（S 6 8 2）、前回検出状態フラグ O U T が今回検出状態フラグ O U T と同じでないか否かを判定し（S 6 8 3）、同じでなければ、検出状態フラグ I N をクリア（= 0）して（S 6 8 4）リターンする。

【 0 1 4 7 】

演算処理部 4 a は、前回検出状態フラグ I N が今回検出状態フラグ I N と同じでないとき（S 6 8 1）、前回検出状態フラグ O U T が 0 であるとき（S 6 8 2）、又は前回検出状態フラグ O U T が今回検出状態フラグ O U T と同じであるとき（S 6 8 3）、前回検出状態フラグ O U T が今回検出状態フラグ O U T と同じであるか否かを判定する（S 6 8 5）。

【 0 1 4 8 】

演算処理部 4 a は、前回検出状態フラグ O U T が今回検出状態フラグ O U T と

同じであれば（S 6 8 5）、前回検出状態フラグ I N が 0 でないか否かを判定する（S 6 8 6）。

演算処理部 4 a は、前回検出状態フラグ I N が 0 でなければ（S 6 8 6）、前回検出状態フラグ I N が今回検出状態フラグ I N と同じでないか否かを判定し（S 6 8 7）、同じでなければ、検出状態フラグ O U T をクリア（= 0）して（S 6 8 8）リターンする。

【 0 1 4 9 】

演算処理部 4 a は、前回検出状態フラグ O U T が今回検出状態フラグ O U T と同じでなければ（S 6 8 5）、そのままリターンする。

演算処理部 4 a は、前回検出状態フラグ I N が 0 であれば（S 6 8 6）、そのままリターンする。

演算処理部 4 a は、前回検出状態フラグ I N が今回検出状態フラグ I N と同じであれば（S 6 8 7）、そのままリターンする。

尚、ゲイン補正係数を算出する動作（S 1 6）、オフセット補正係数を算出する動作（S 1 8）、及び検出を完了した出力電圧 V 1 A, V 1 B, V 2 A, V 2 B を補正する動作（S 2 0）については、実施の形態 2 において説明した各動作と同様であるので、同様動作には同一ステップ番号を付して、説明を省略する。

【 0 1 5 0 】

尚、以上の各実施の形態においては、自動車の舵取装置において、操舵輪 3 0 と舵取機構とを連絡する操舵軸 3 に適用した構成について述べたが、本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置は、軸回りに回転する回転軸の回転角度及び回転トルクを検出する用途全般に広く使用可能であることは言うまでもない。

【 0 1 5 1 】

ターゲットは、ターゲット板（回転体）が回転するに従って磁気センサ（検出手段）の出力信号（検出信号）が変化すれば特に限定はされず、例えばターゲット板 2 の周方向に略等間隔で凸起を凸設し、ターゲット板 2 の回転に応じて磁気センサと近接する凸起との距離が変化するように構成することができる。ターゲット板 2 の外周に凸起を設けることにより、上述した歯車型のターゲット板と同様に、回転角度及びトルクを検出することができる。

【0152】

また、図25に示すように、ターゲット板2aの外周20aの周方向に略等間隔で磁極が反転するように着磁することも可能である。ターゲット板2aの回転に応じて、磁気センサ1A、1B、2A、2Bに近接する磁極の正負(NS)が交互に変わるため、近接する磁極と磁気センサ1A、1B、2A、2Bとの距離(検出される磁界の強さ)が変化し、正弦波状または三角波状の出力電圧が出力され、上述した実施の形態と同様に回転角度及びトルクを検出することができる。

【0153】

また、図26に示すように、回転に応じてターゲット20bが入力軸31に沿った方向に移動するように、ターゲット板2bを着磁することもできる。図26では、一方向に傾斜して設けてある第1傾斜部20b1と、前記回転体の周面に沿って他方向に傾斜して設けてある第2傾斜部20b2とが着磁されている。磁気センサ1A、1B、2A、2Bに近接するターゲット20bが、入力軸31または出力軸32に沿った方向に往復移動するため、近接するターゲット20bと磁気センサ1A、1B、2A、2Bとの距離が変化し、正弦波状または三角波状の出力電圧が出力され、上述した実施の形態と同様に回転角度及びトルクを検出することができる。

【0154】

また、図27に示すように、ターゲット板2cの周方向に略等間隔で非凹部20cが生ずるように凹み20coを凹設することもできる。本実施の形態では、凹み20coは貫通孔である。磁気センサ1A、1B、2A、2Bに非凹部20cと凹み20coとが交互に近接するため、近接する非凹部20c又は凹み20coと磁気センサ1A、1B、2A、2Bとの距離が変化し、正弦波状または三角波状の出力電圧が出力され、上述した実施の形態と同様に回転角度及びトルクを検出することができる。

【0155】

また、図28に示すように、回転に応じてターゲット20dが入力軸31に沿った方向に移動するように、ターゲット板2dに突起状のターゲット20dを設

けることもできる。ターゲット 2 0 d は、一方向に傾斜して設けてある第 1 傾斜部 2 0 d 1 と、前記回転体の周面に沿って他方向に傾斜して設けてある第 2 傾斜部 2 0 d 2 とを有し、第 1 及び第 2 傾斜部 2 0 d 1, 2 0 d 2 の外周部は着磁されている。磁気センサ 1 A, 1 B, 2 A, 2 B に近接するターゲット 2 0 d が、入力軸 3 1 または出力軸 3 2 に沿った方向に往復移動するため、近接するターゲット 2 0 d と磁気センサ 1 A, 1 B, 2 A, 2 B との距離が変化し、正弦波状または三角波状の出力電圧が出力され、上述した実施の形態と同様に回転角度及びトルクを検出することができる。

【 0 1 5 6 】

【発明の効果】

以上詳述した如く本発明の第 1 発明に係る回転角検出装置においては、ゲインを乗じた検出信号の最大値と最小値とを検出する手段及び最大値と最小値との差を求める手段で求めた差に基づいて、ゲイン補正手段でゲインを補正することができる。検出信号の最大値及び最小値の差に基づいて回転角度の検出中にゲインを補正するため、個々の検出手段の出力特性の相違に起因する検出誤差の発生を、温度による特性変化及び経時的な特性変化の補償を含めて防止し、更には、ターゲットと検出手段との間のエアギャップの変動に起因する検出誤差の発生を防止して、長期に亘って高精度での検出が可能な回転角検出装置を実現することが出来る。

【 0 1 5 7 】

第 2 発明に係る回転角検出装置においては、検出信号の最大値及び最小値の差と予め定めた基準差との比を求める手段で求めた比を、前記補正ゲインを求める手段により、予め設定された基準ゲインに乗じて補正ゲインを求めることができる。検出信号に前記補正ゲインを乗じることにより、基準となる出力特性に検出信号を一致させ、この結果に基づいて正確な回転角度を算出することができる。

【 0 1 5 8 】

第 3 発明に係る回転角検出装置においては、前記検出信号の最大値と最小値とを検出する手段及び最大値と最小値との平均値を求める手段により求めた平均値に基づいて、オフセット補正手段で検出信号のオフセットを補正することができ

る。検出信号の最大値及び最小値の平均値に基づいて回転角度の検出中にオフセットを補正するため、個々の検出手段の出力特性の相違に起因する検出誤差の発生を、温度による特性変化及び経時的な特性変化の補償を含めて防止し、更には、ターゲットと検出手段との間のエアギャップの変動に起因する検出誤差の発生を防止して、長期に亘って高精度での検出が可能な回転角検出装置を実現することが出来る。

【 0 1 5 9 】

第 4 発明に係る回転角検出装置においては、検出信号の最大値及び最小値の平均値と予め設定された基準平均値との差を求める手段で求めた差を、検出信号値に加算することにより、オフセットを無効化し、エアギャップ変動の影響を排除した正確な回転角度を算出することができる。

【 0 1 6 0 】

第 5 発明に係る回転角検出装置においては、回転体の回転に応じて検出手段とターゲットの距離が変化し、距離の変化に応じて検出信号が変化するため、検出信号の変化に基づいて、角度算出手段で回転体の回転角度を求めることができる。

【 0 1 6 1 】

第 6 発明に係る回転角検出装置においては、回転体の回転に応じて検出手段に近接する突起との距離に応じて検出信号が変化するため、検出信号の変化に基づいて、角度算出手段で回転体の回転角度を求めることができる。

【 0 1 6 2 】

第 7 発明に係る回転角検出装置においては、回転体の回転に応じて検出手段に凹部と非凹部とが交互に近接し、凹部又は非凹部との距離に応じて検出信号が変化するため、検出信号の変化に基づいて、角度算出手段で回転体の回転角度を求めることができる。

【 0 1 6 3 】

第 8 発明に係る回転角検出装置においては、回転体の回転に応じて検出手段に近接する磁極の正負（N S）が交互に変化し、磁極との距離に応じた検出信号が出力されるため、検出信号の変化に基づいて、角度算出手段で回転体の回転角度

を求めることができる。

【 0 1 6 4 】

第 9 発明に係る回転角検出装置においては、回転体の回転に応じて検出手段に近接するターゲットの位置が、回転軸に沿った方向に変化し、位置変化に応じた検出信号が出力されるため、検出信号の変化に基づいて、角度算出手段で回転体の回転角度を求めることができる。

【 0 1 6 5 】

第 1 0 発明に係る回転角検出装置においては、位相差を有する検出信号を出力する第 1 及び第 2 検出手段により、検出信号の回転角度に対する変化量が少ない領域部分を互いに補うことができる。

【 0 1 6 6 】

第 1 1 発明に係る回転角検出装置においては、第 1 判定手段が、第 1 及び第 2 検出手段の検出信号が前記第 1 閾値を夫々上回るか否かを判定し、第 2 判定手段が、第 1 及び第 2 検出手段の検出信号が前記第 2 閾値を夫々下回るか否かを判定し、第 3 判定手段が、第 1 及び第 2 検出手段の検出信号波形が交差するか否かを判定し、第 1、第 2 及び第 3 判定手段の各判定結果に基づき、最大値及び最小値を検出することができる。。

【 0 1 6 7 】

第 1 2 発明に係るトルク検出装置においては、トルク算出手段は、第 1 回転軸及び第 2 回転軸に設けられた第 1 ～第 1 1 発明の何れかの回転角検出装置により夫々検出された回転角度の差に基づいて、トルク算出手段で第 1 回転軸に加わるトルクを算出する。ゲイン補正手段及び／又はオフセット補正手段でゲイン及び／又はオフセットを補正することにより、個々の検出手段の出力特性の相違に起因する検出誤差の発生を、温度による特性変化及び経時的な特性変化の補償を含めて防止し、ターゲットと検出手段との間のエアギャップの変動に起因する検出誤差の発生を防止して、長期に亘って高精度での検出が可能なトルク検出装置を実現することが出来る。

【 0 1 6 8 】

第 1 3 発明に係るトルク検出装置においては、第 1 及び第 2 回転軸に設けられ

た回転角検出装置の両第 1 検出手段及び第 2 検出手段は、最大値をそれぞれ検出したときに、その最大値を有効とし、最小値をそれぞれ検出したときに、その最小値を有効とする。これにより、2 か所に設けられた回転角検出装置において、トルクが加わったときのねじれの為に発生する最大値及び最小値の検出タイミングのずれに起因する補正エラーを防止することが可能なトルク検出装置を実現することが出来る。

【0169】

第 1 4 発明に係るトルク検出装置においては、温度検出手段が第 1 及び第 2 検出手段の温度を検出し、第 1 及び第 2 検出手段の検出信号の最大値又は最小値が検出されたときに、検出された温度を記憶手段が記憶する。また、角度算出手段が回転角度を算出するときに、前記比較する手段が、温度検出手段が検出した温度及び記憶手段が記憶する温度の差を求め、求めた差と所定値とを比較する。差の方が大きいときは、角度算出手段の算出を禁止することにより、個々の検出手段の温度特性の相違に起因する検出誤差の発生を防止することが可能なトルク検出装置を実現することが出来る。

【0170】

第 1 5 発明に係る舵取装置においては、第 1 2 ～第 1 4 発明の何れかのトルク検出装置を備えているので、個々の検出手段の出力特性の相違に起因する検出誤差の発生を、温度による特性変化及び経時的な特性変化の補償を含めて防止し、更には、ターゲットと検出手段との間のエアギャップの変動に起因する検出誤差の発生を防止して、長期に亘って高精度のトルク検出が可能なトルク検出装置を用いた自動車用の舵取装置を実現することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

自動車の舵取装置に適用された本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の構成を示す模式図である。

【図 2】

磁気センサの出力電圧の変化態様の一例を示す説明図である。

【図 3】

磁気センサの出力電圧の変化態様の他の一例を示す説明図である。

【図 4】

ゲイン及びオフセット補正動作の内容を示すフローチャートである。

【図 5】

補正ゲインの説明図である。

【図 6】

オフセット量の説明図である。

【図 7】

自動車の舵取装置に適用された本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の実施の形態の構成を示す模式図である。

【図 8】

検出モード 0 ～ 6 をまとめて示す一覧図表である。

【図 9】

磁気センサの出力電圧の各波形を示す波形図である。

【図 1 0】

本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図 1 1】

本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の磁気センサ出力電圧の最大値及び最小値を検出し更新する動作を示すフローチャートである。

【図 1 2】

本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図 1 3】

本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の初期モード 0 の動作を示すフローチャートである。

【図 1 4】

本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の検出モード 1 の動作を示すフローチャートである。

【図 1 5】

本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の検出モード2の動作を示すフローチャートである。

【図 1 6】

本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の検出モード3の動作を示すフローチャートである。

【図 1 7】

本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の検出モード4の動作を示すフローチャートである。

【図 1 8】

本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の検出モード5の動作を示すフローチャートである。

【図 1 9】

本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の検出モード6の動作を示すフローチャートである。

【図 2 0】

自動車の舵取装置に適用された本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の実施の形態の構成を示す模式図である。

【図 2 1】

本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図 2 2】

本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の磁気センサ出力電圧の最大値及び最小値を検出し更新する動作を示すフローチャートである。

【図 2 3】

本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の磁気センサ出力電圧の最大値及び最小値を検出し更新する動作を示すフローチャートである。

【図 2 4】

本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の検出状態フラグのクリア条

件判定動作を示すフローチャートである。

【図 2 5】

本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の回転体及びターゲットの他の例を示す図である。

【図 2 6】

本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の回転体及びターゲットの更に他の例を示す図である。

【図 2 7】

本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の回転体及びターゲットの更に他の例を示す図である。

【図 2 8】

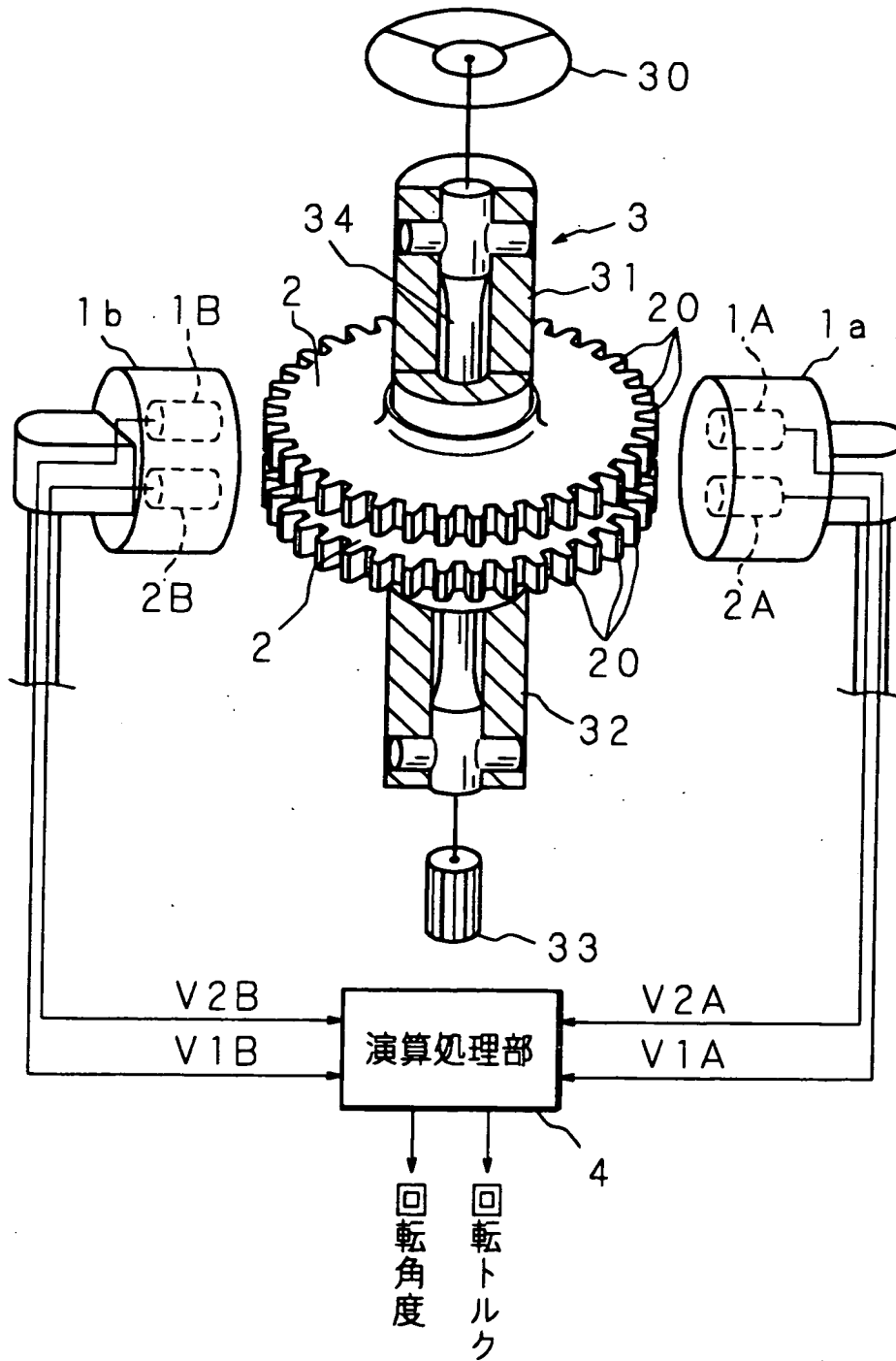
本発明に係る回転角検出装置及びトルク検出装置の回転体及びターゲットの更に他の例を示す図である。

【符号の説明】

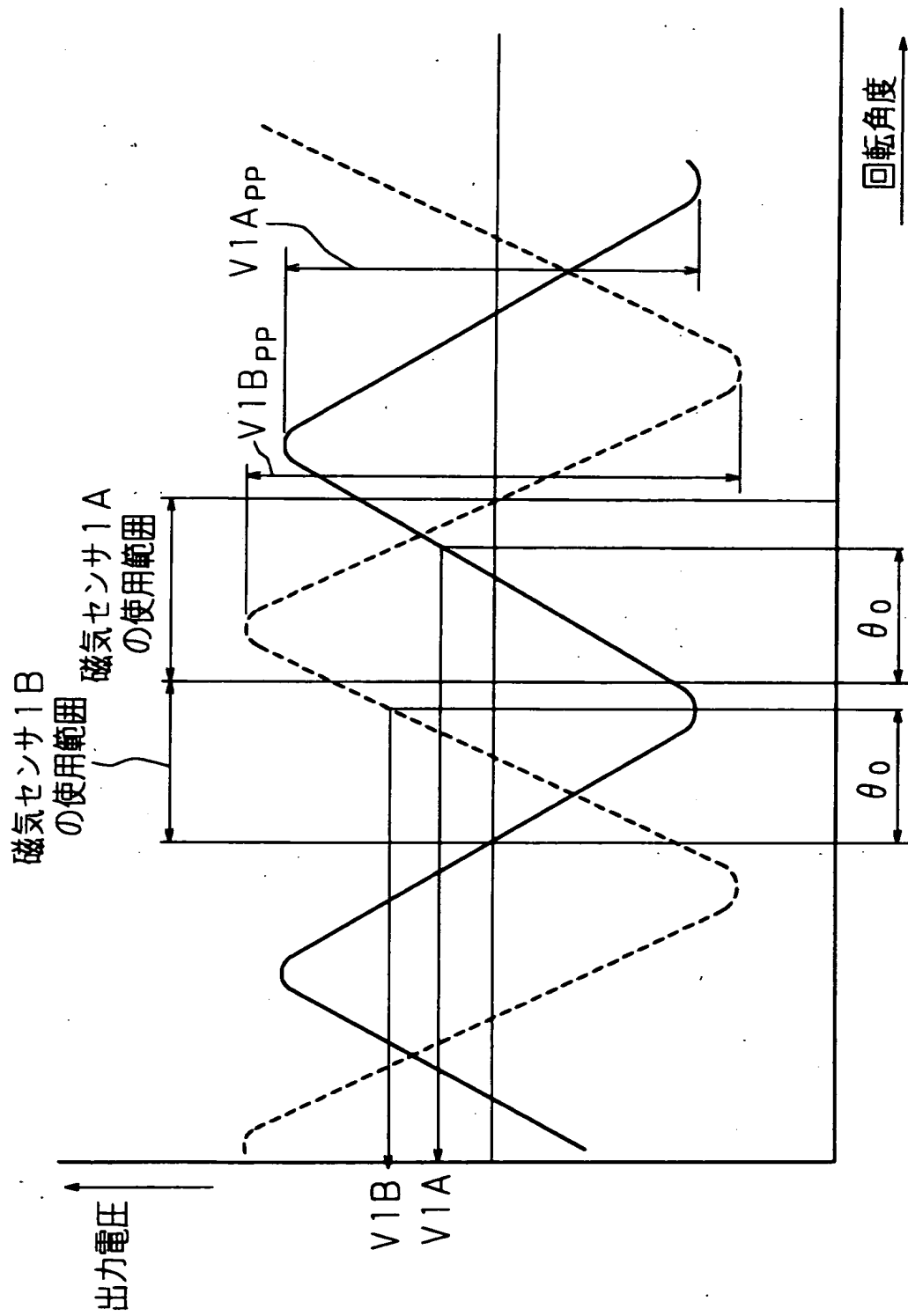
- 1 A, 2 A, 1 B, 2 B 磁気センサ (検出手段)
- 2 ターゲット板 (回転体)
- 4 演算処理部
- 5 温度検出器
- 2 0 ターゲット (外周)
- 3 0 操舵輪
- 3 1 入力軸 (第 1 軸)
- 3 2 出力軸 (第 2 軸)
- 3 4 トーションバー (連結軸)

【書類名】 図面

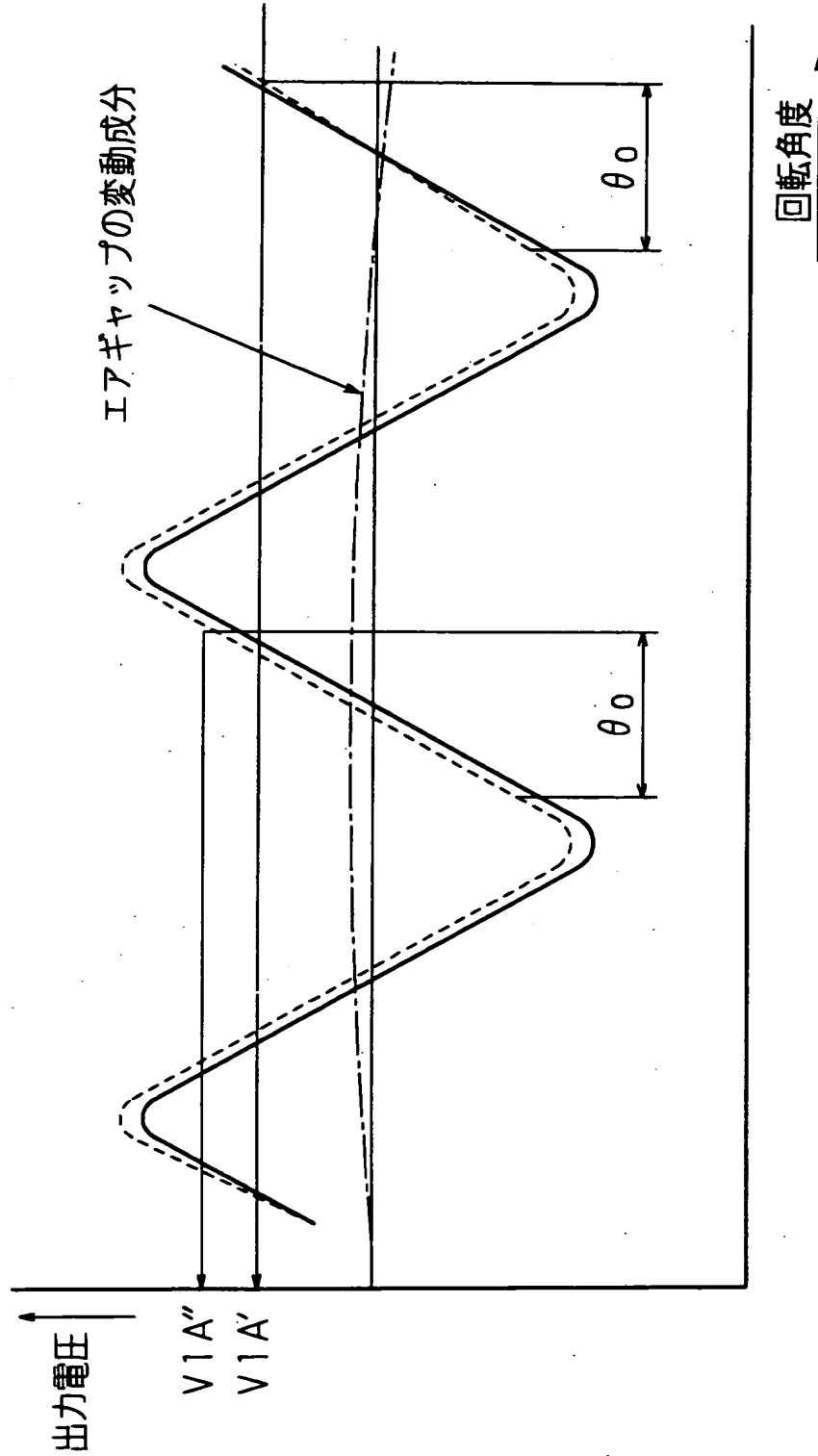
【図 1】



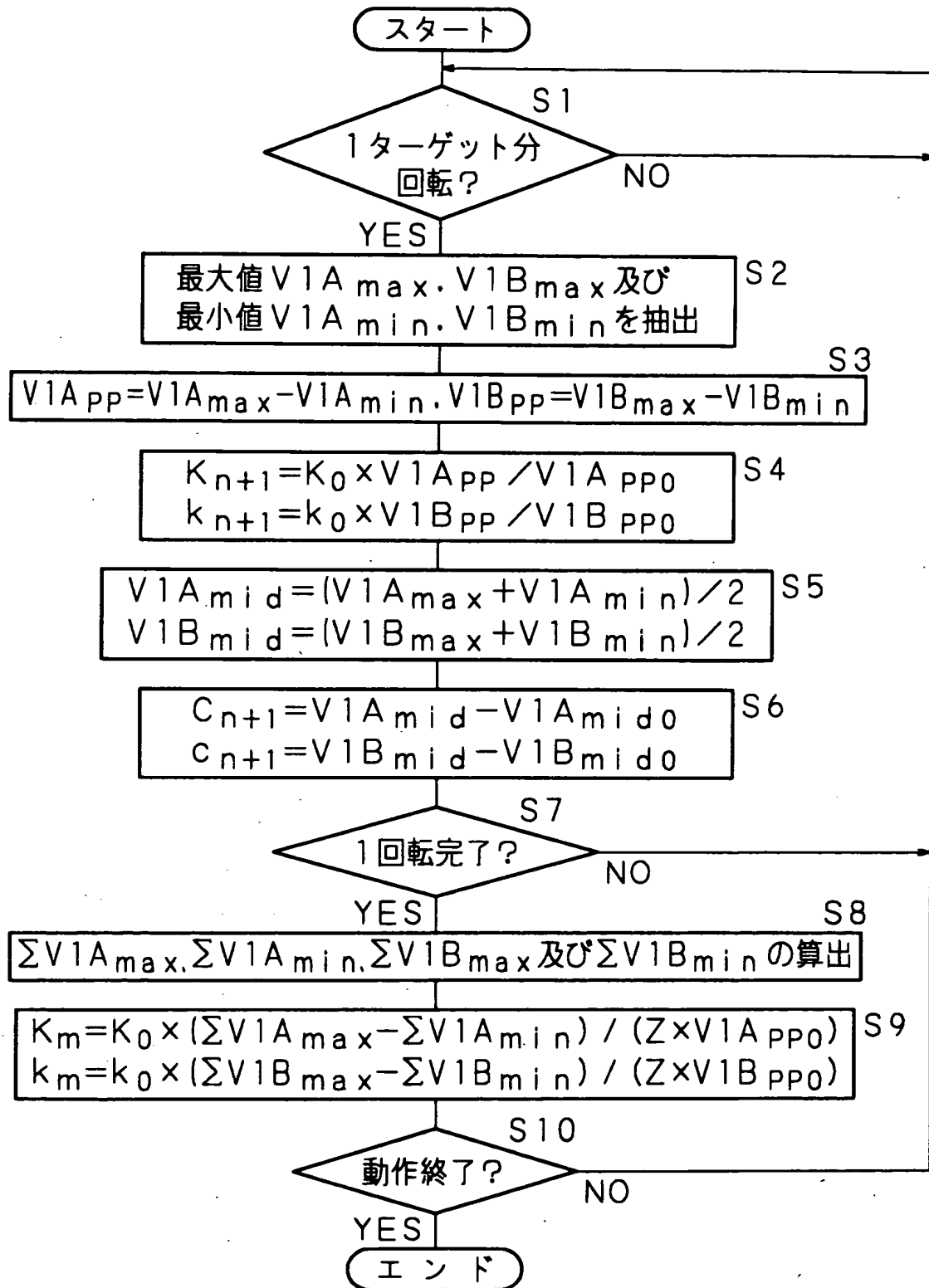
【図 2】



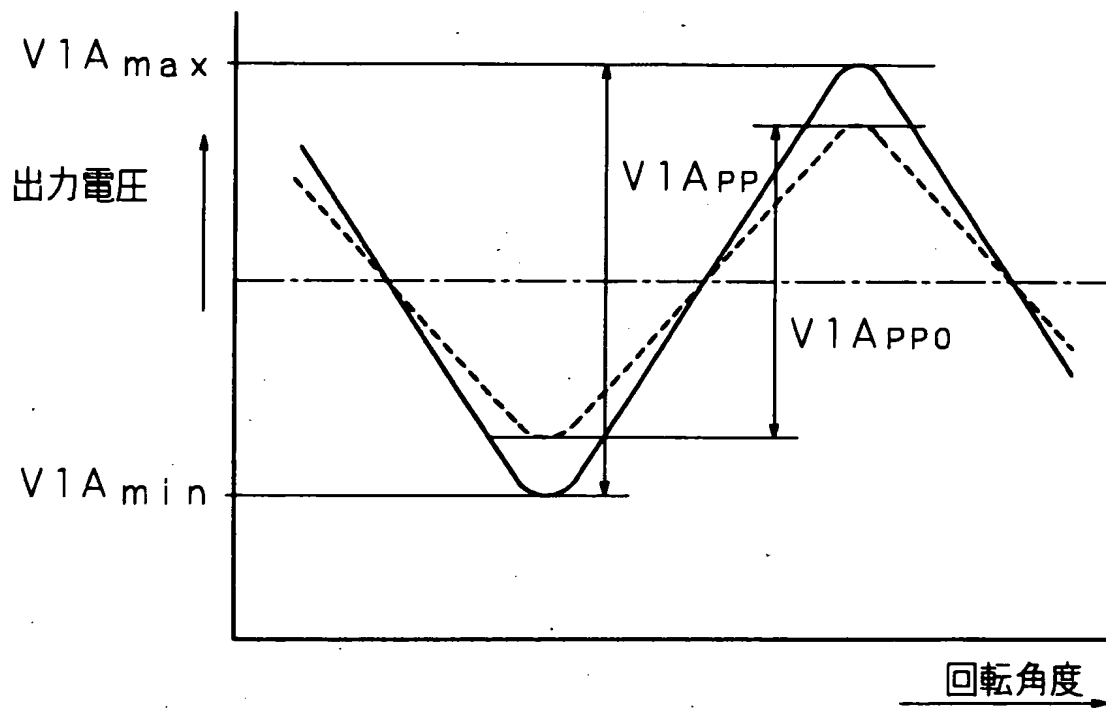
【図 3】



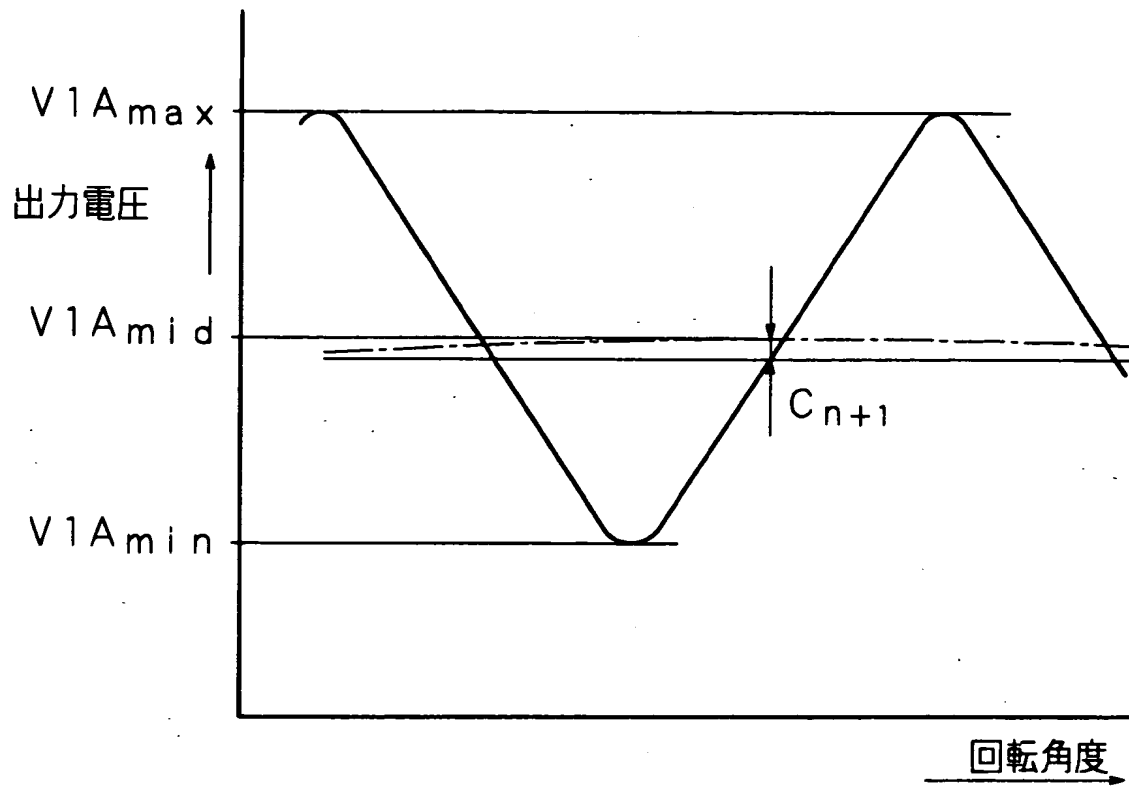
【図 4】



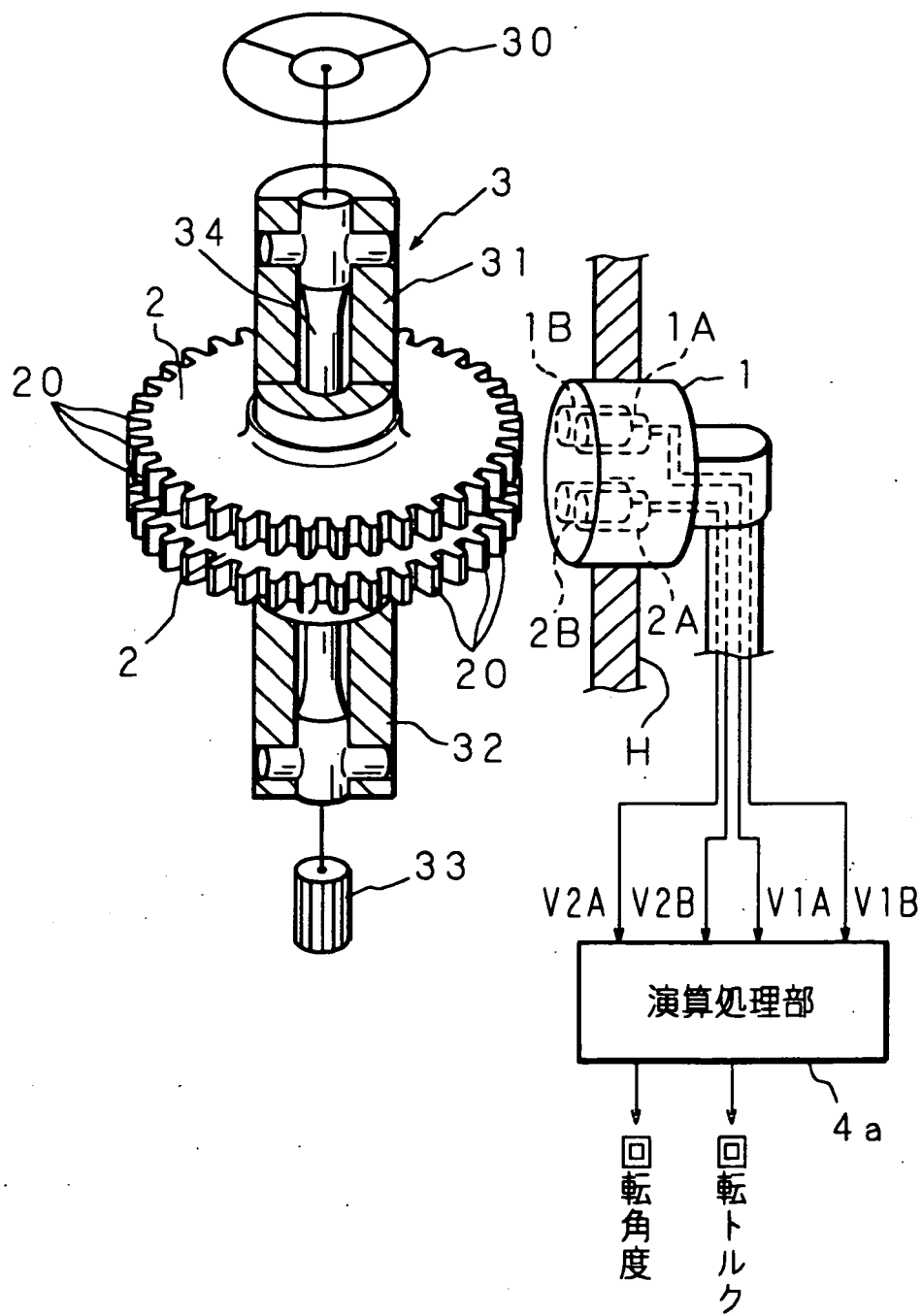
【図 5】



【図 6】



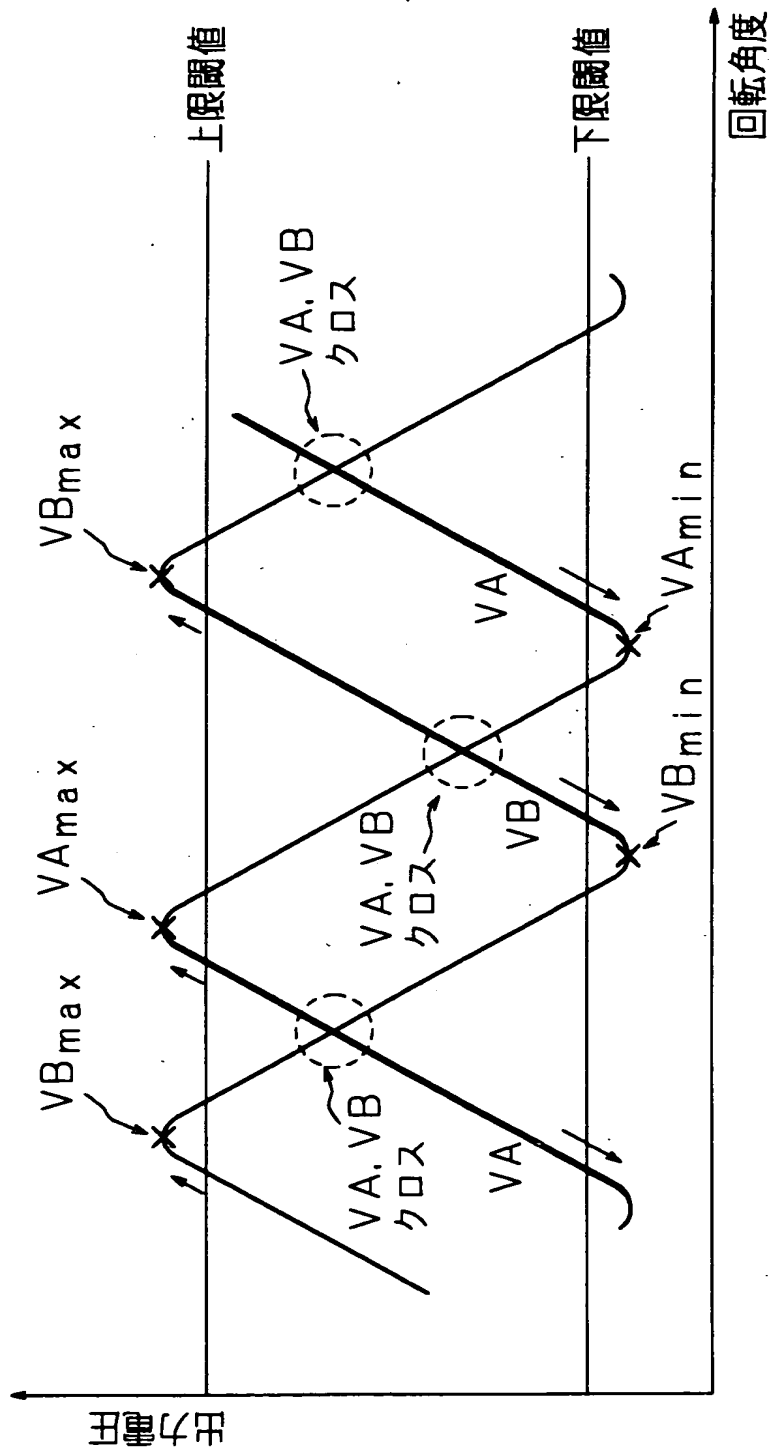
【図 7】



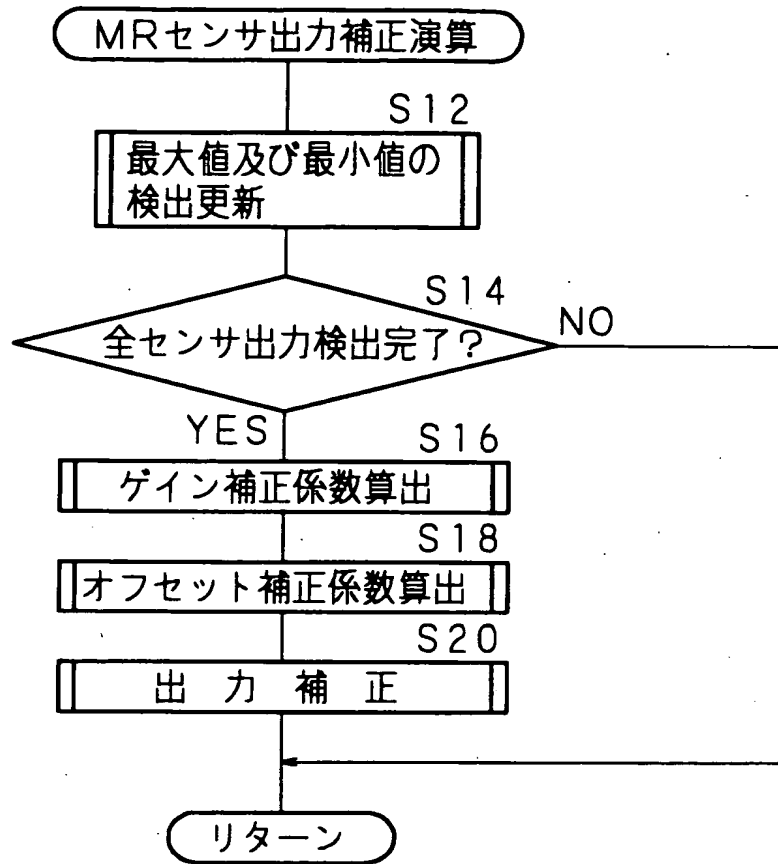
【図 8】

検出 モード	検出開始条件	確定／中止条件	操 作	変更後 モード
0	初期モード（未検出）	*	*	*
1	VA>上限閾値 VA _{max} 検出開始	VA, VBクロス VB<下限閾値	VA _{max} 確定 検出中断	2 6
2	VBが直線域、VA, VBがクロス VA _{min} 検出開始	VB>上限閾値	VA _{min} 確定	4
3	VA<下限閾値 VA _{min} 検出開始	VA, VBクロス VB>上限閾値	VA _{min} 確定 検出中断	2 4
4	VB>上限閾値 VB _{max} 検出開始	VA, VBクロス VA<下限閾値	VB _{max} 確定 検出中断	5 3
5	VAが直線域、VA, VBがクロス VB _{max} 検出開始	VA<下限閾値	VB _{max} 確定	3
6	VB<下限閾値 VB _{min} 検出開始	VA, VBクロス VA>上限閾値	VB _{min} 確定 検出中断	5 1

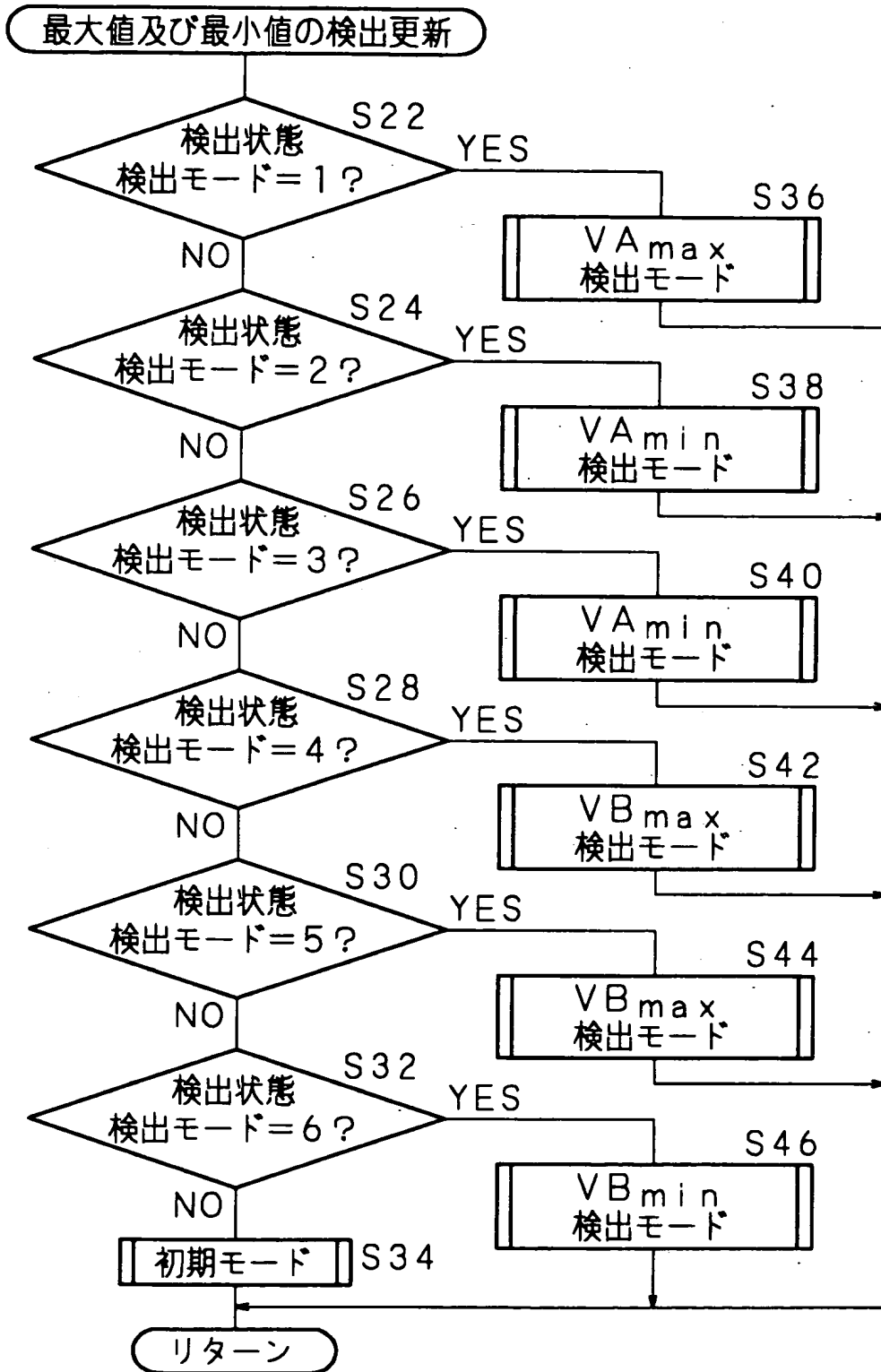
【図 9】



【図 1 0】

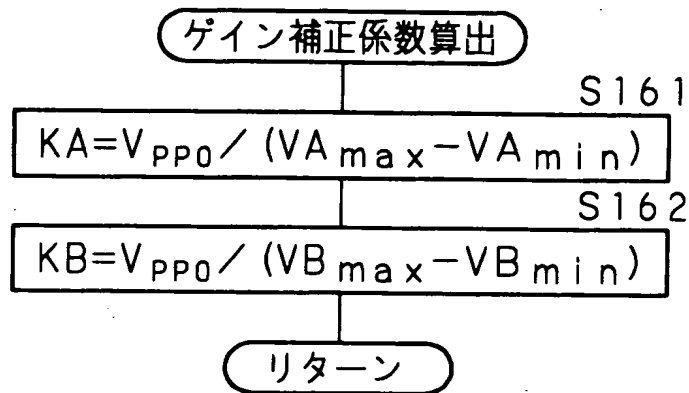


【図 1 1】

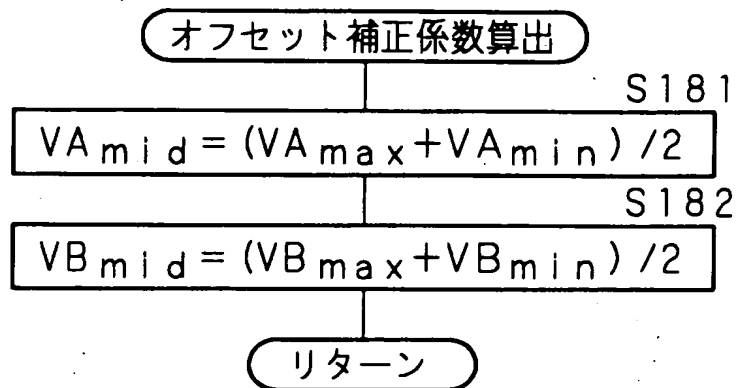


【図 1 2】

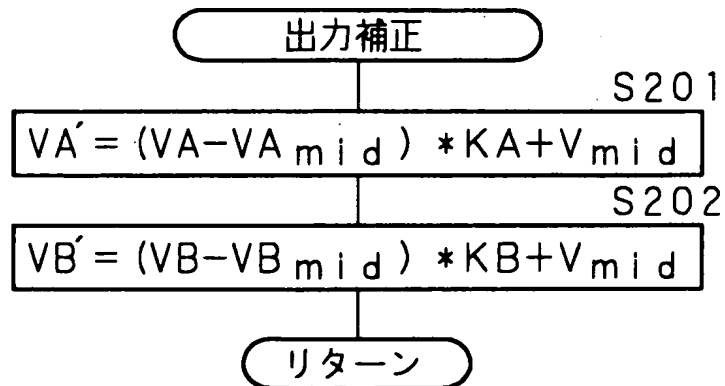
(a)



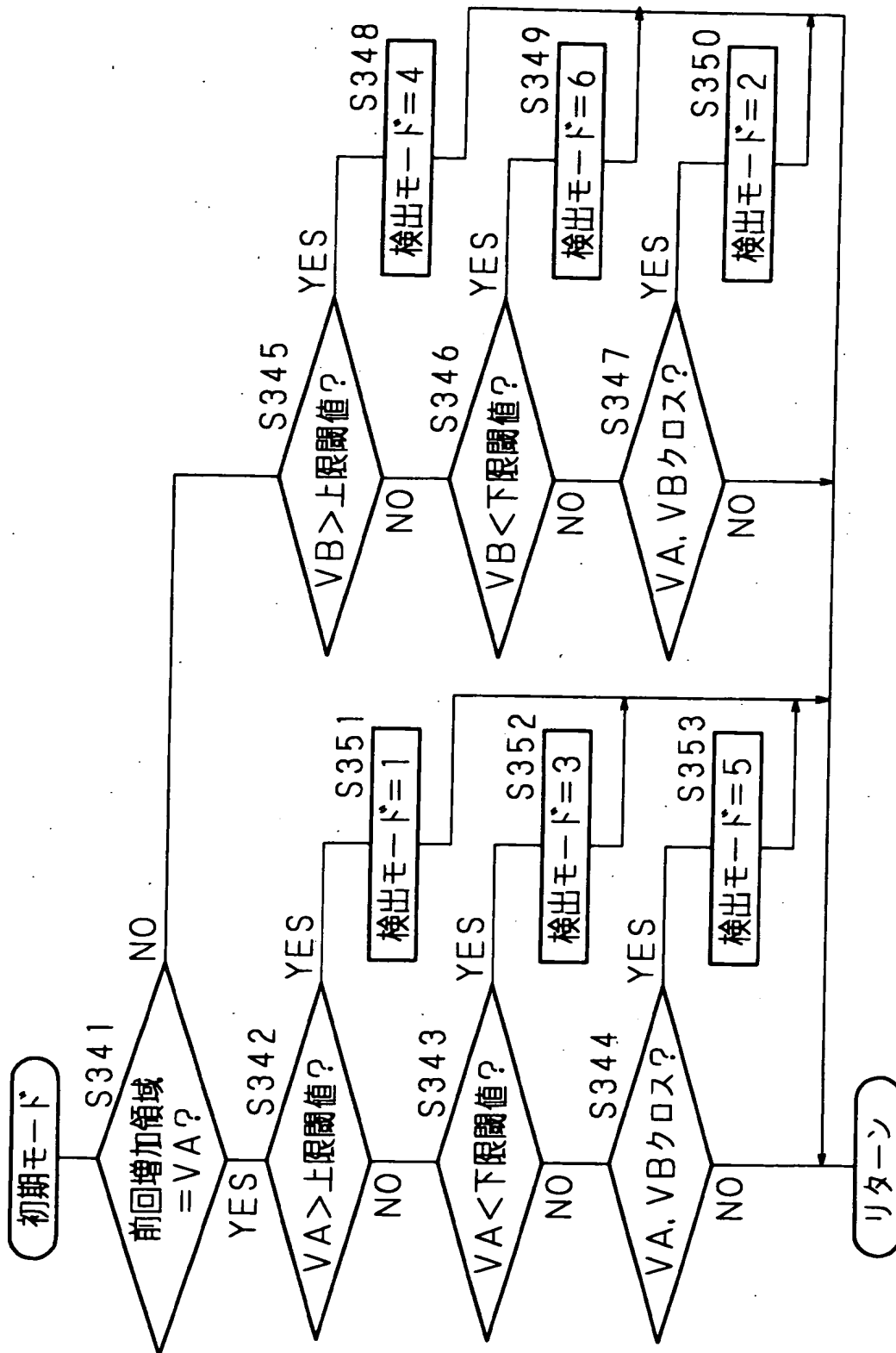
(b)



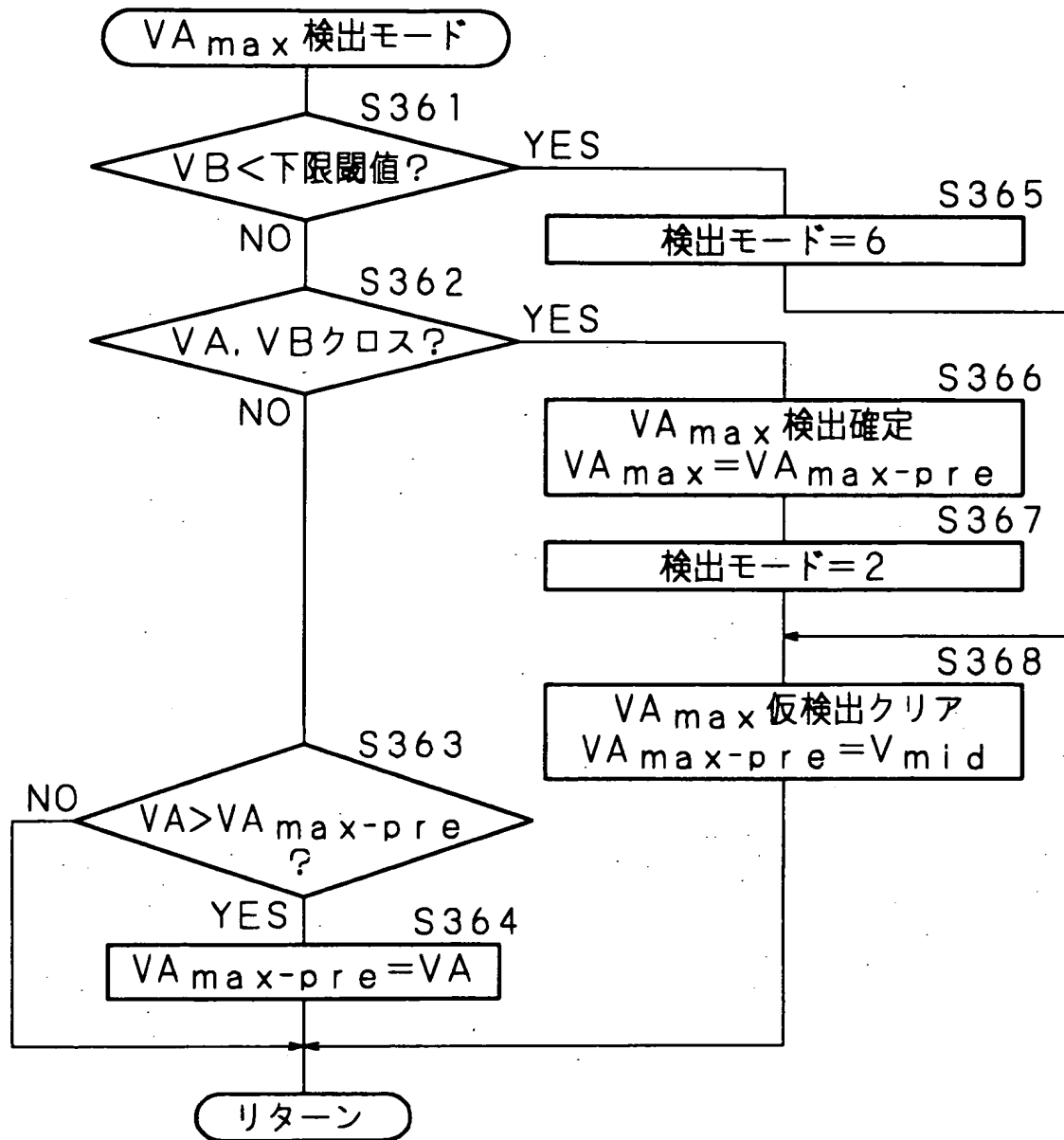
(c)



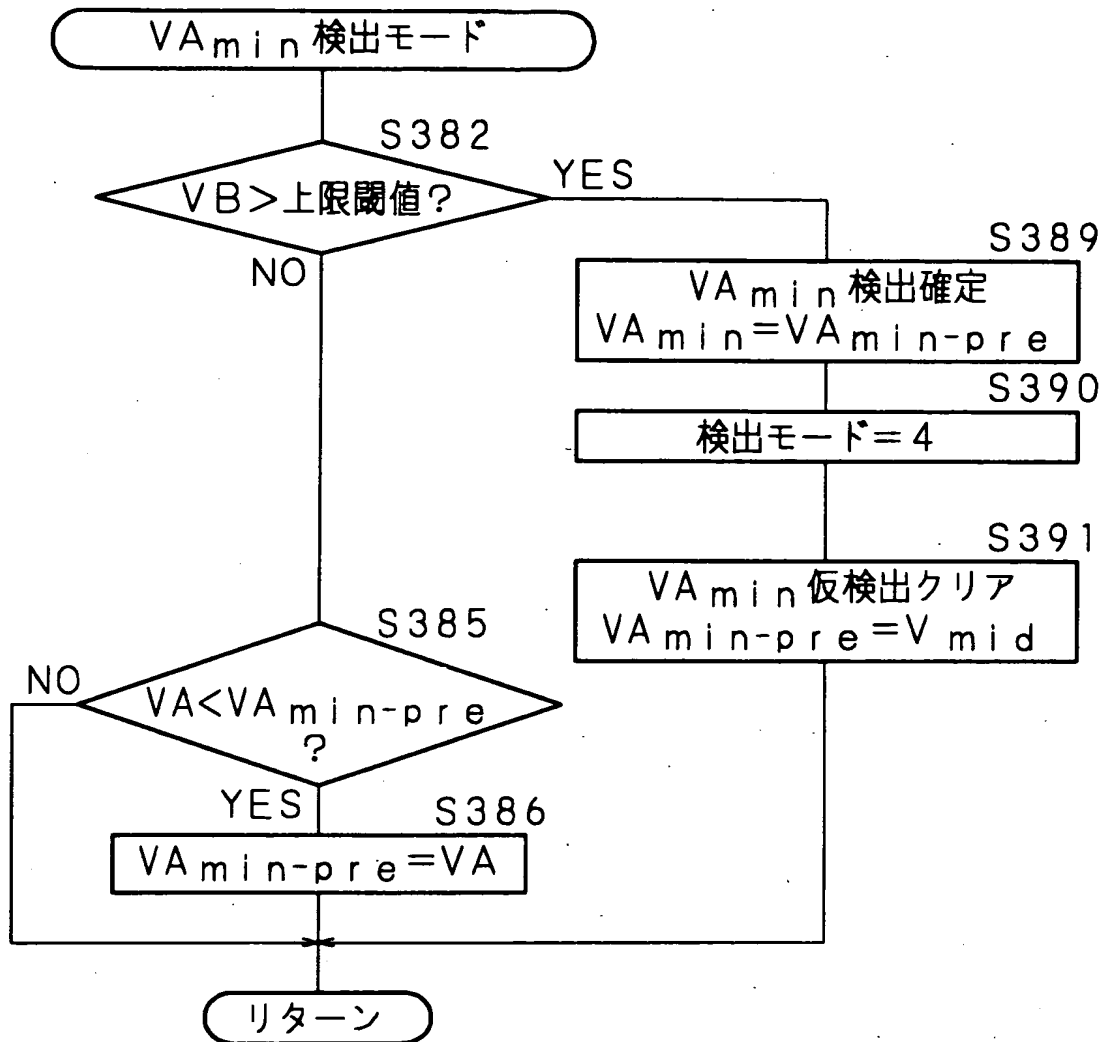
【図 1 3】



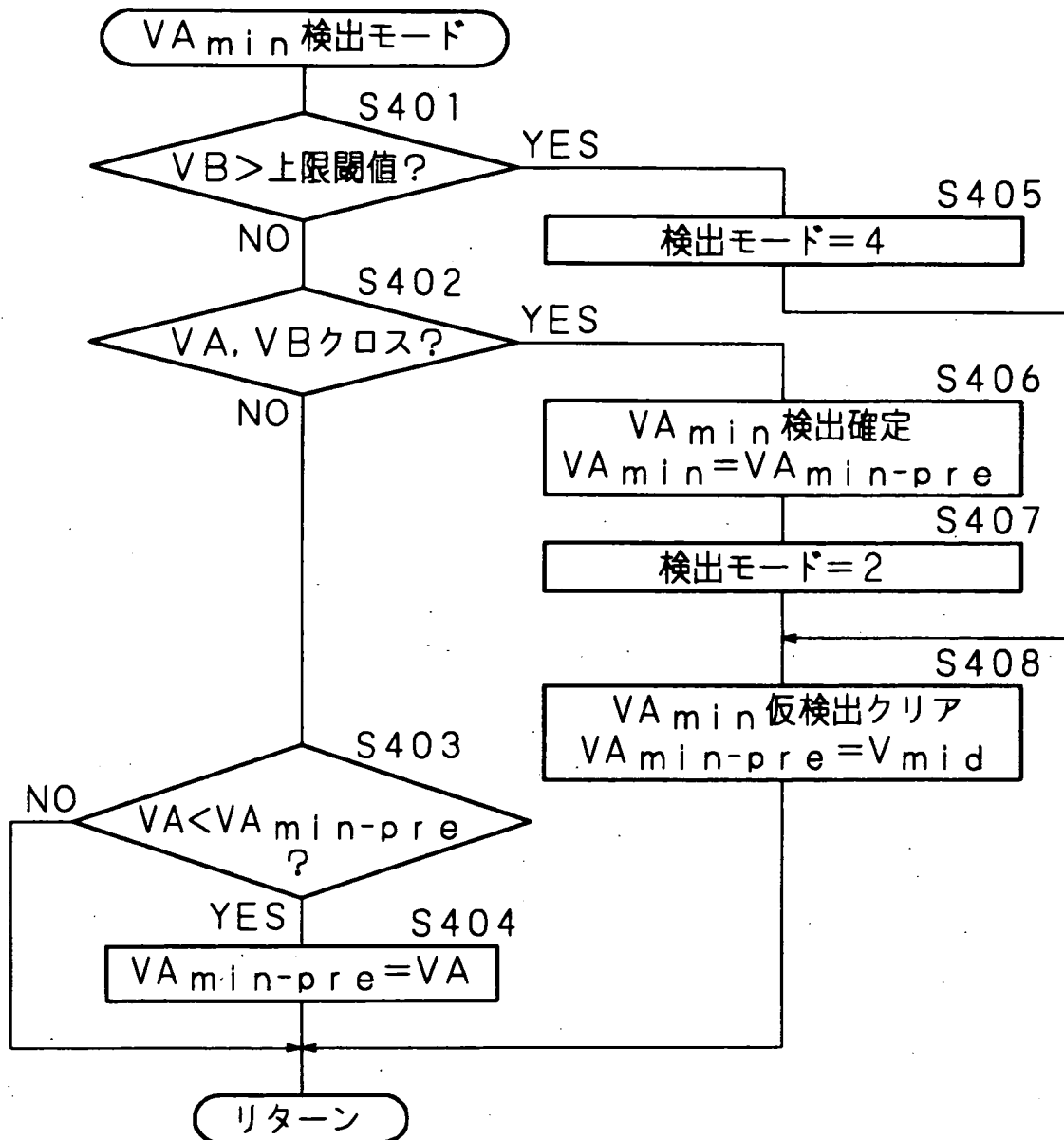
【図 1 4】



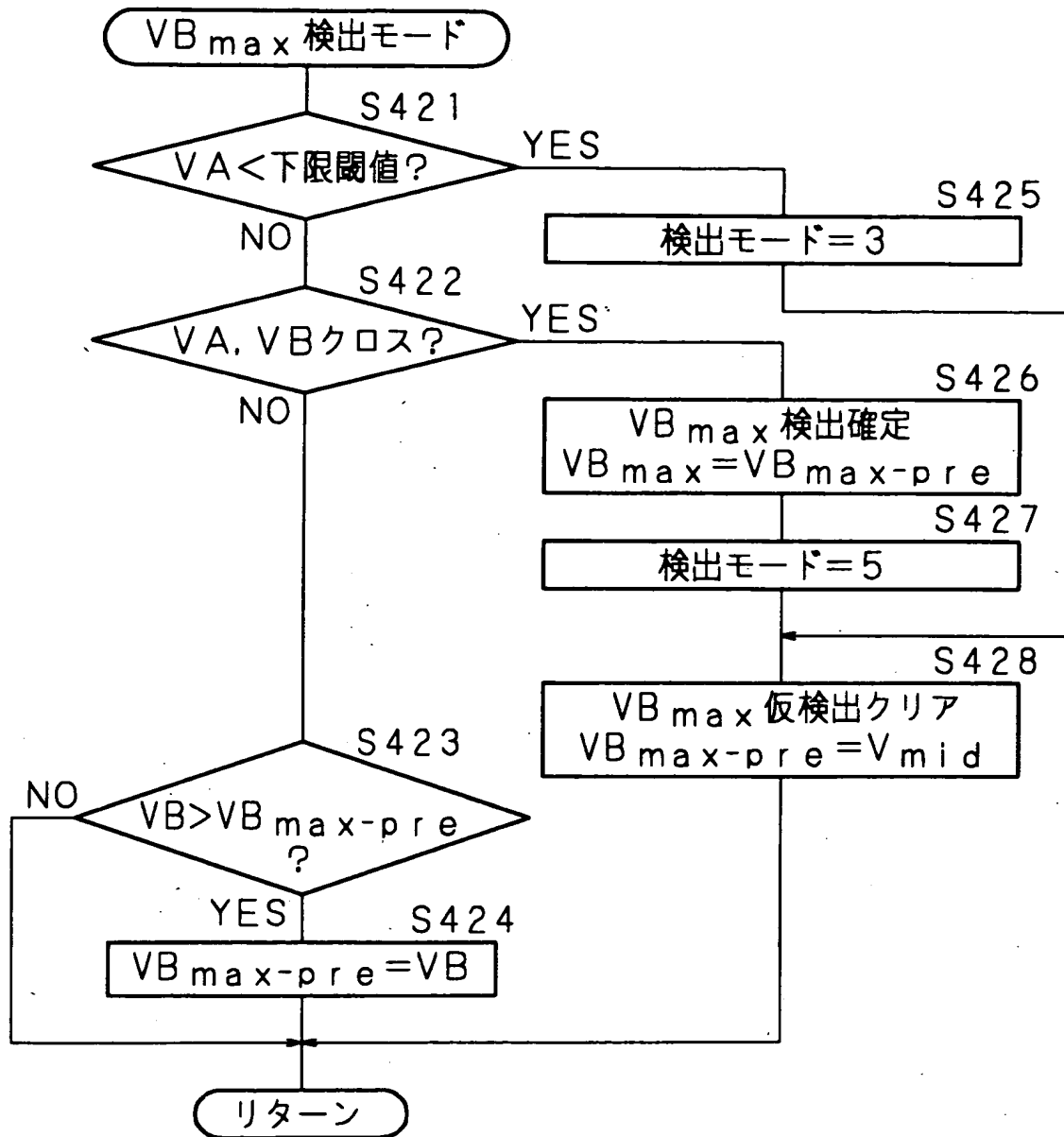
【図 1 5】



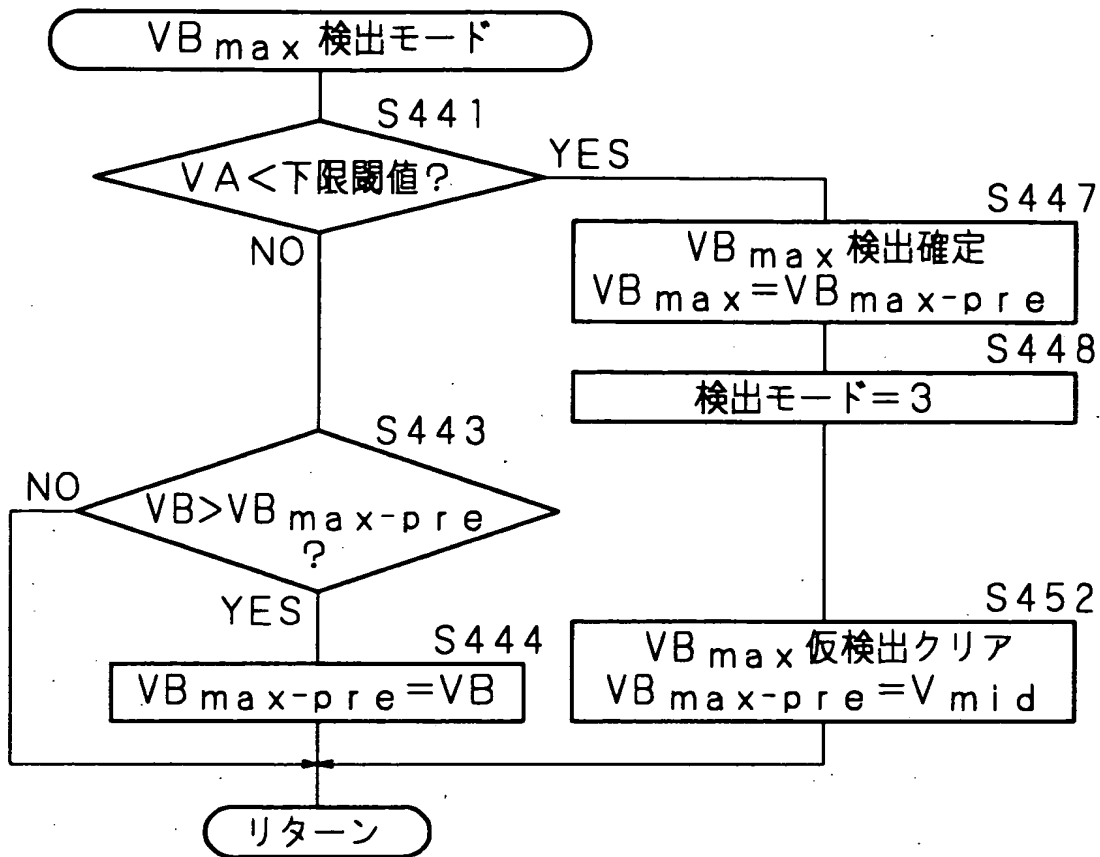
【図 1 6】



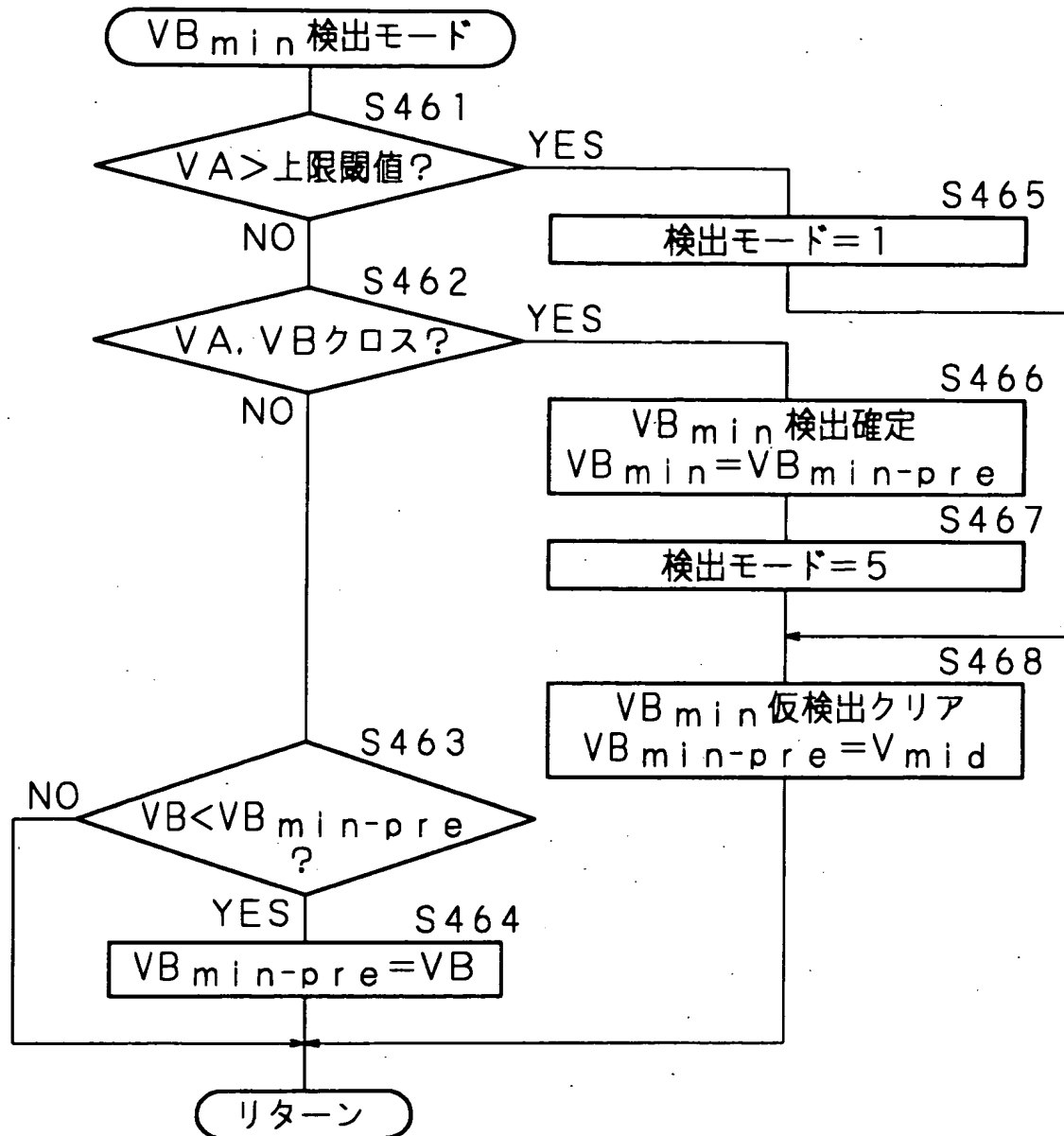
【図 1 7】



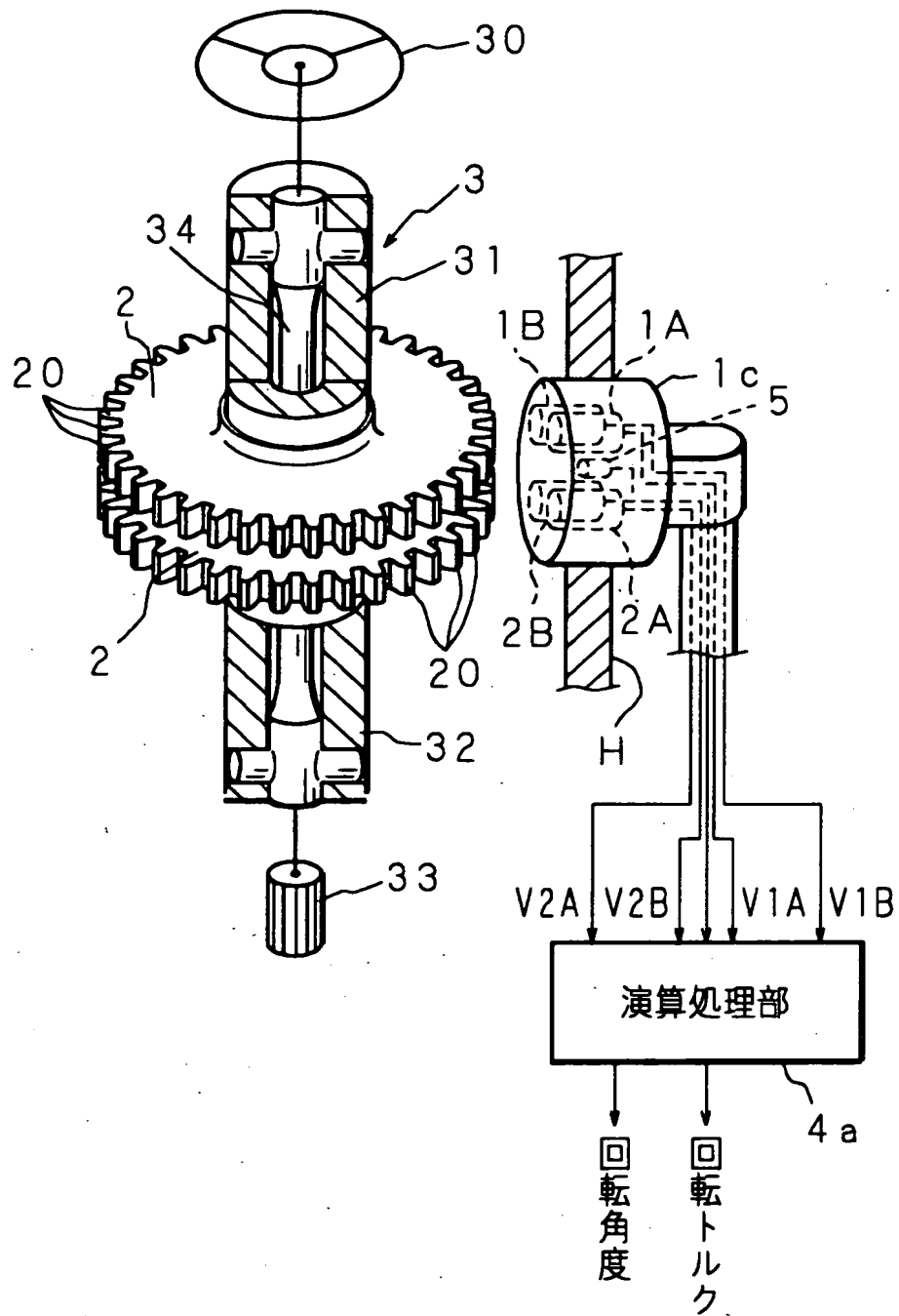
【図 1 8】



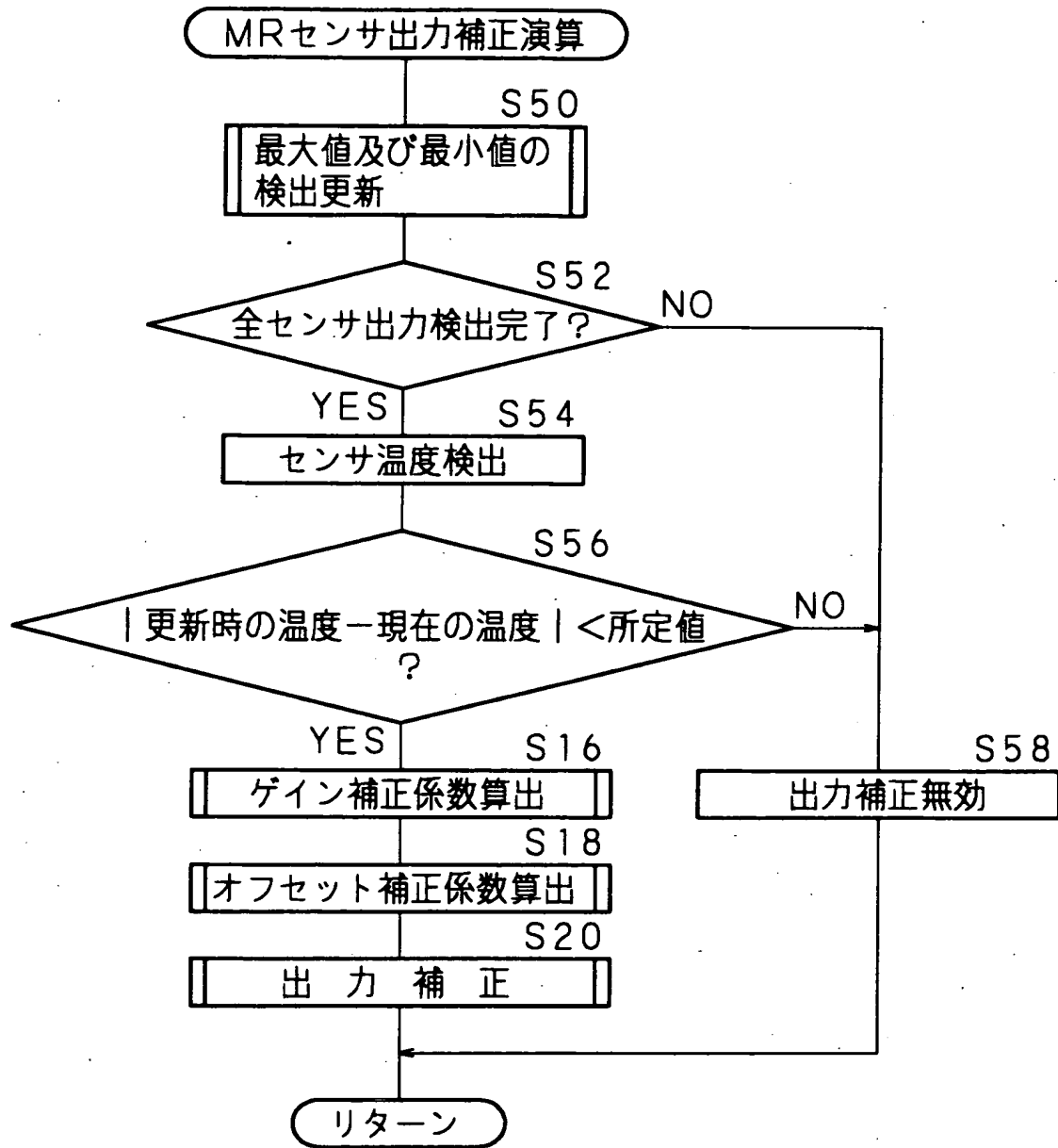
【図 1 9】



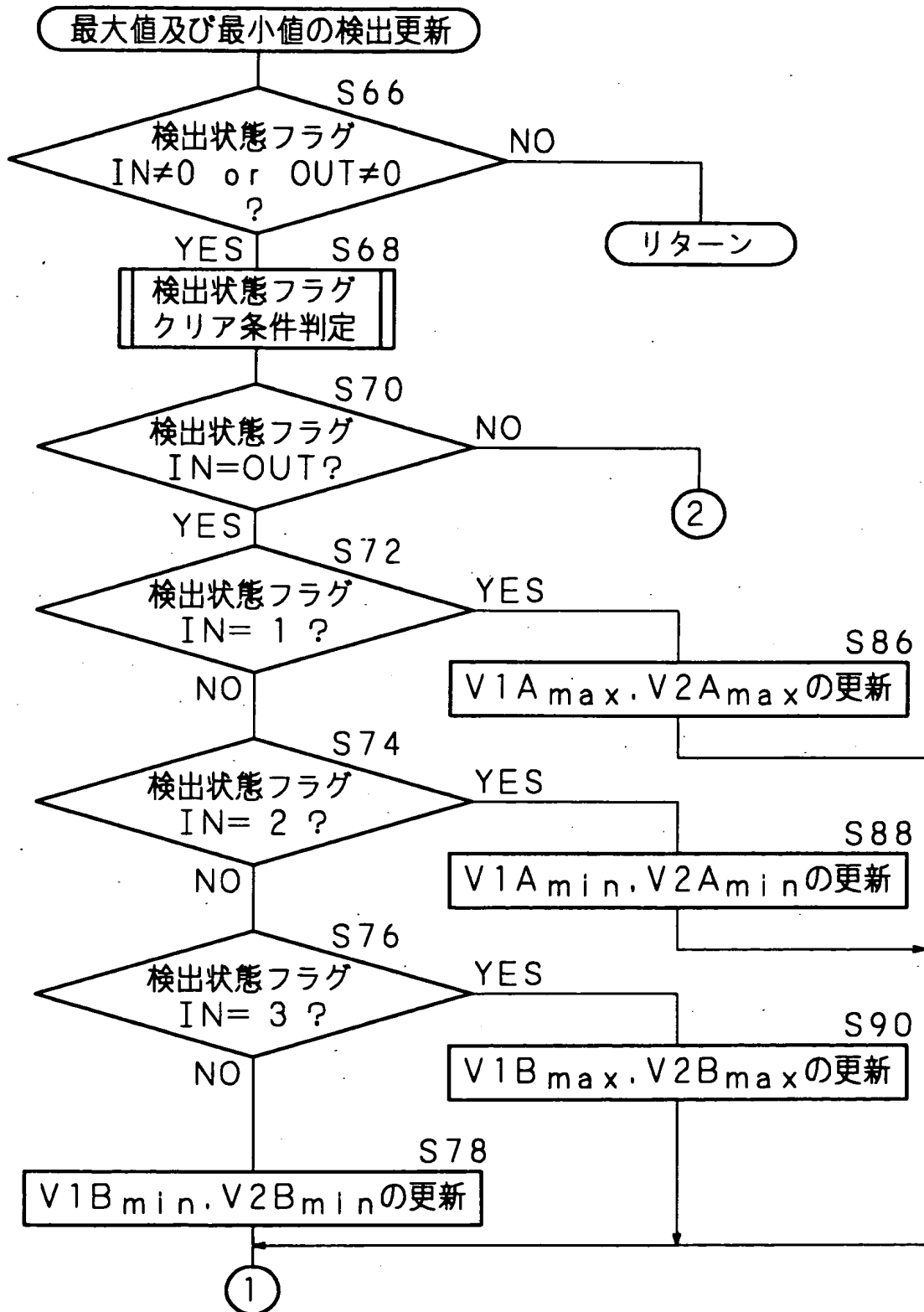
【図 2 0】



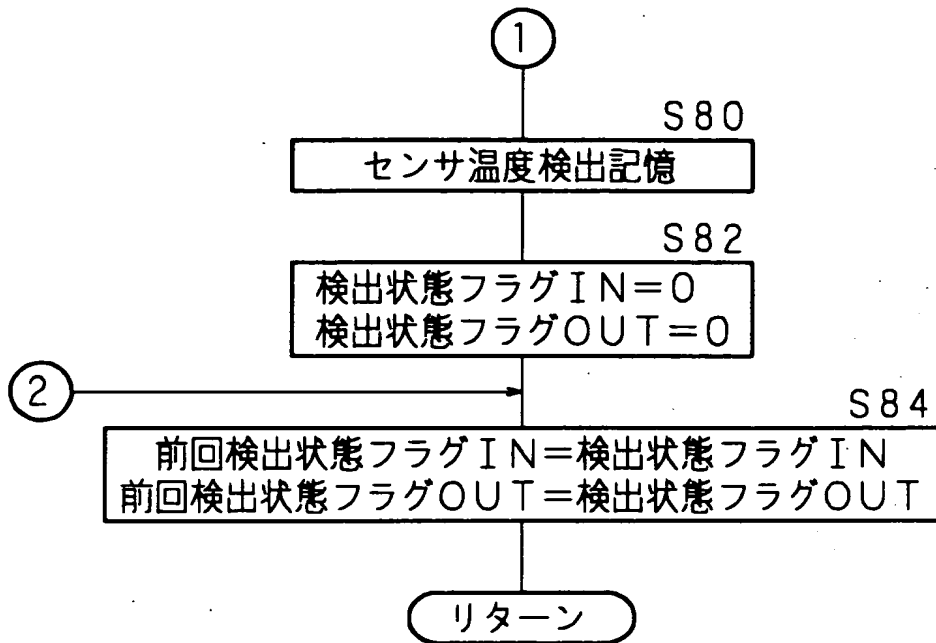
【図 2 1】



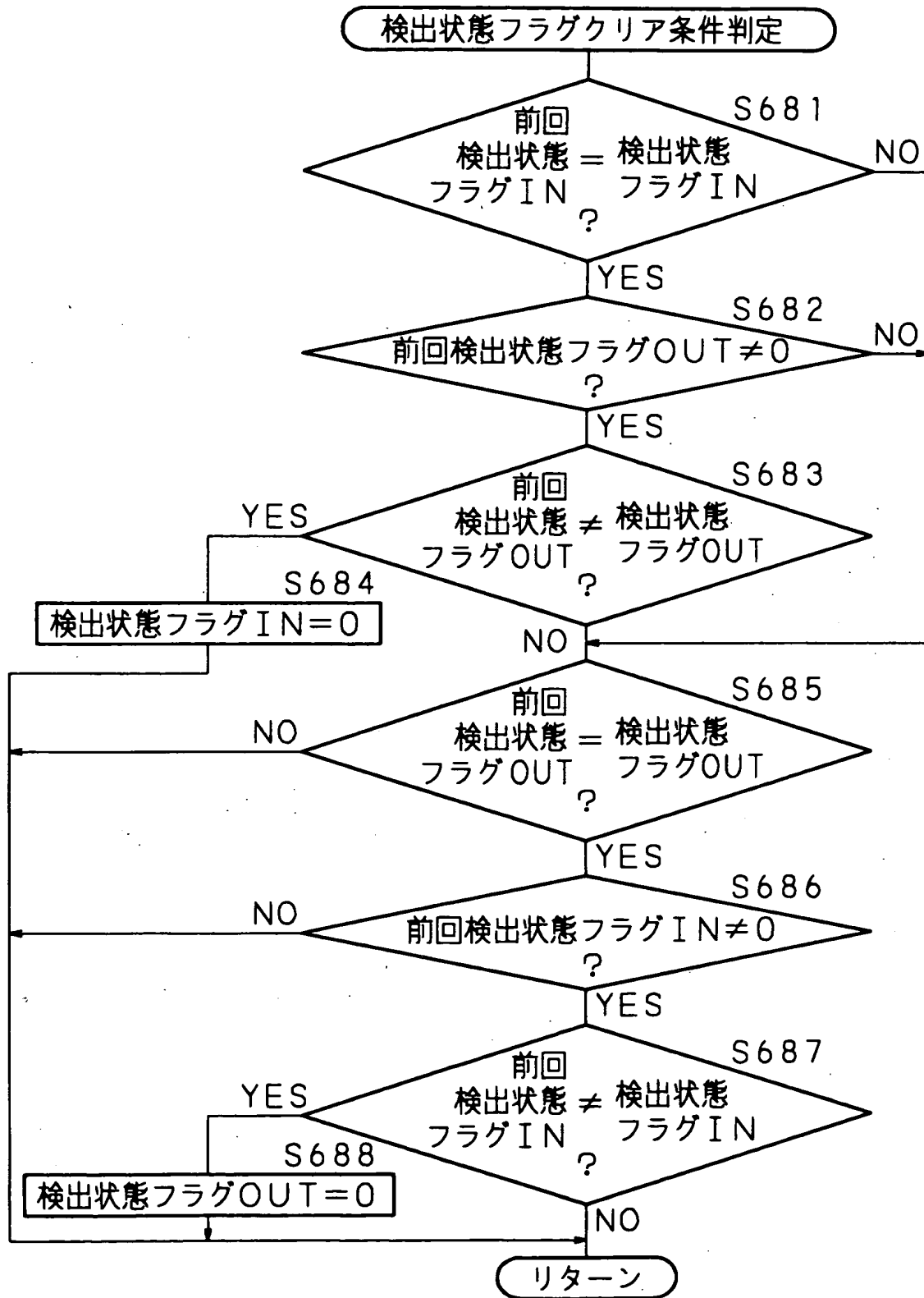
【図 2 2】



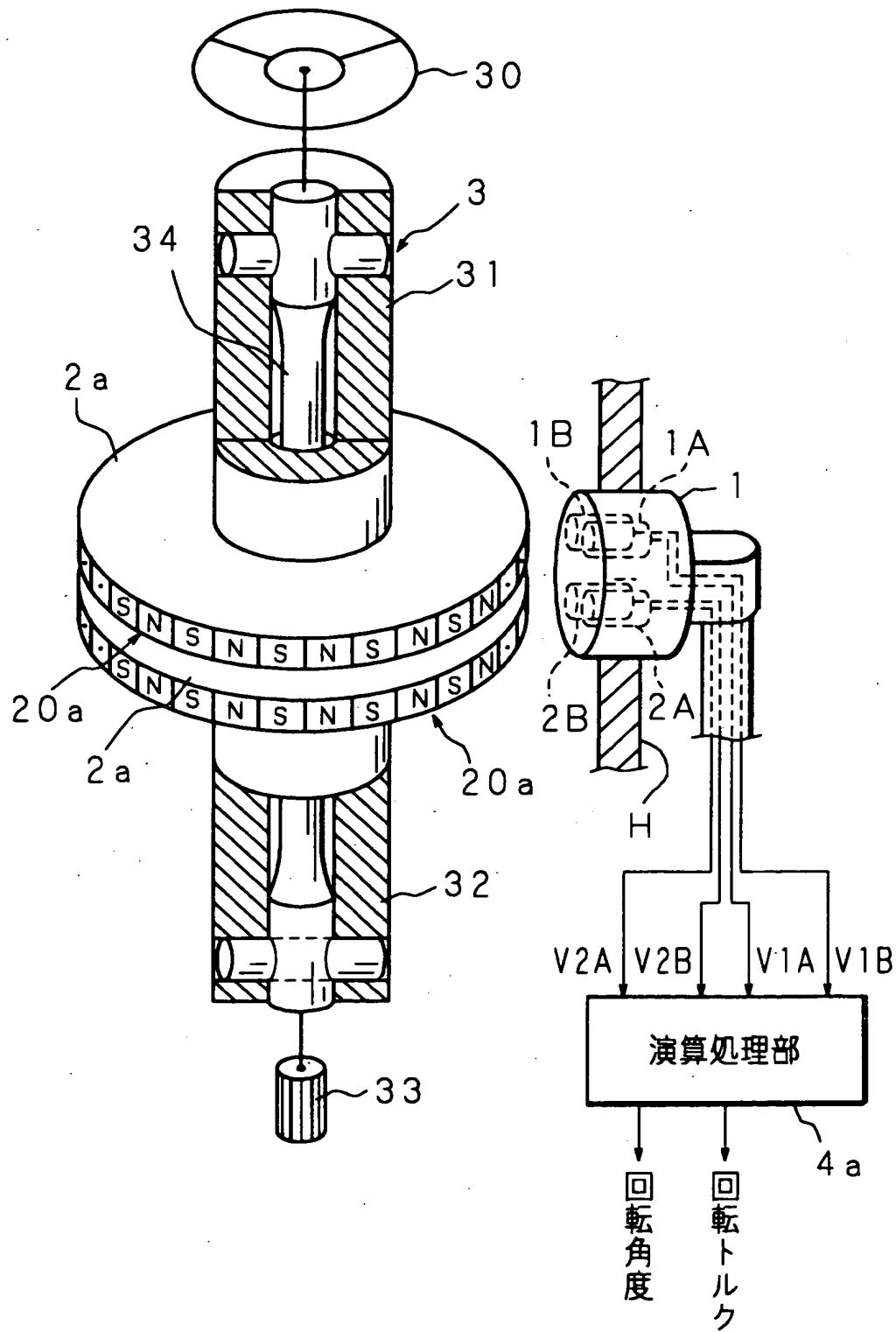
【図 2 3】



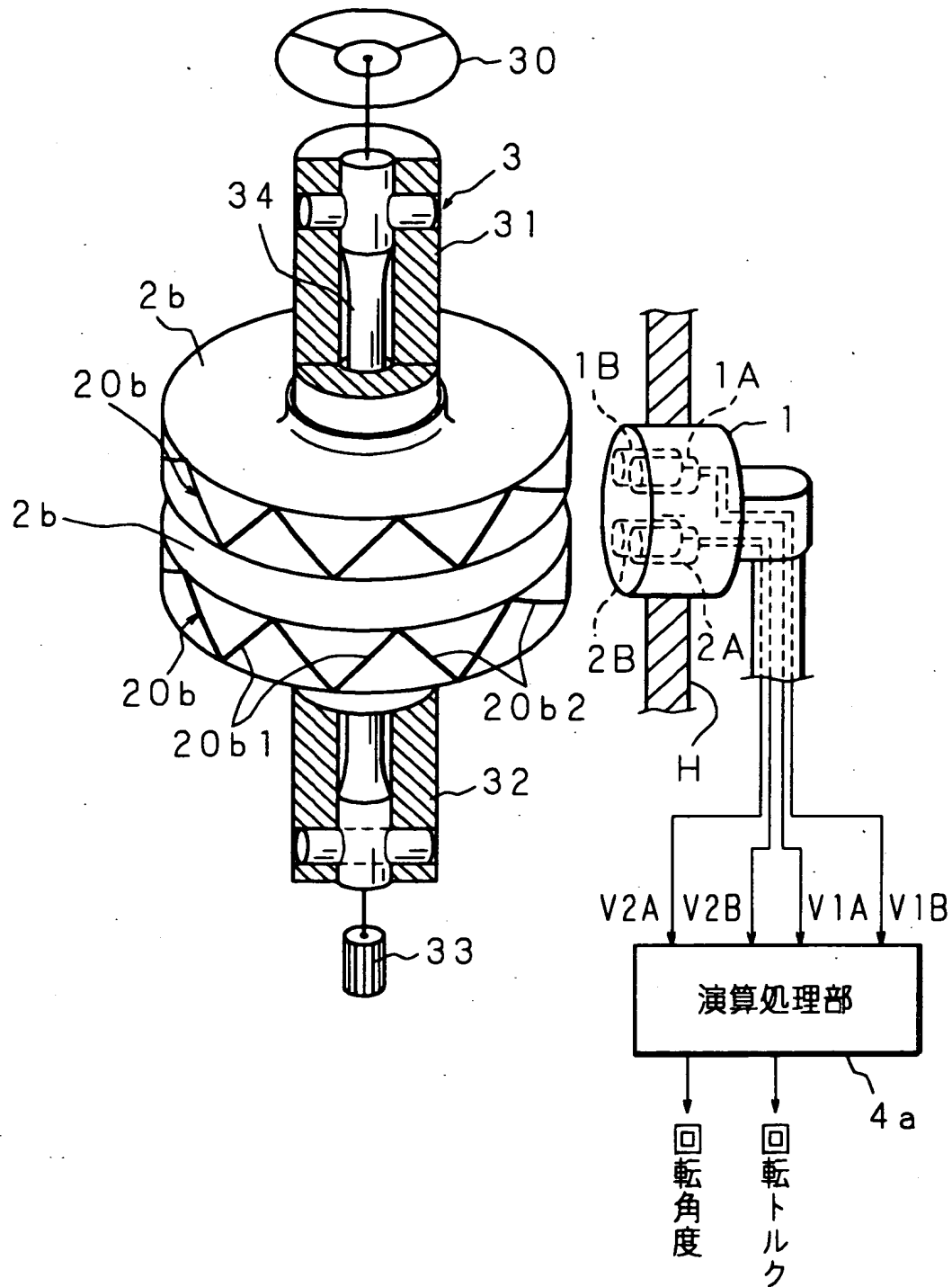
【図 2 4】



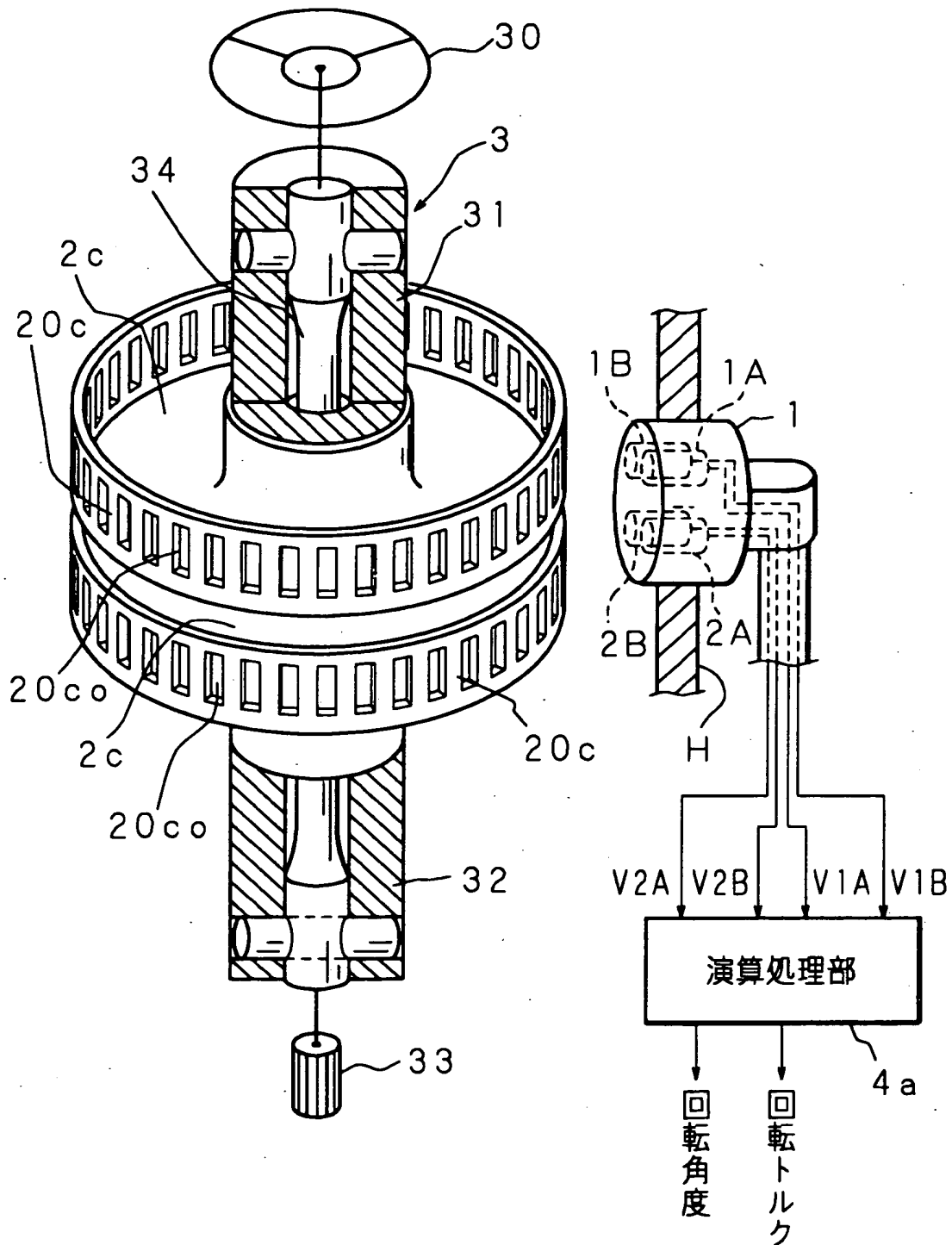
【図 25】



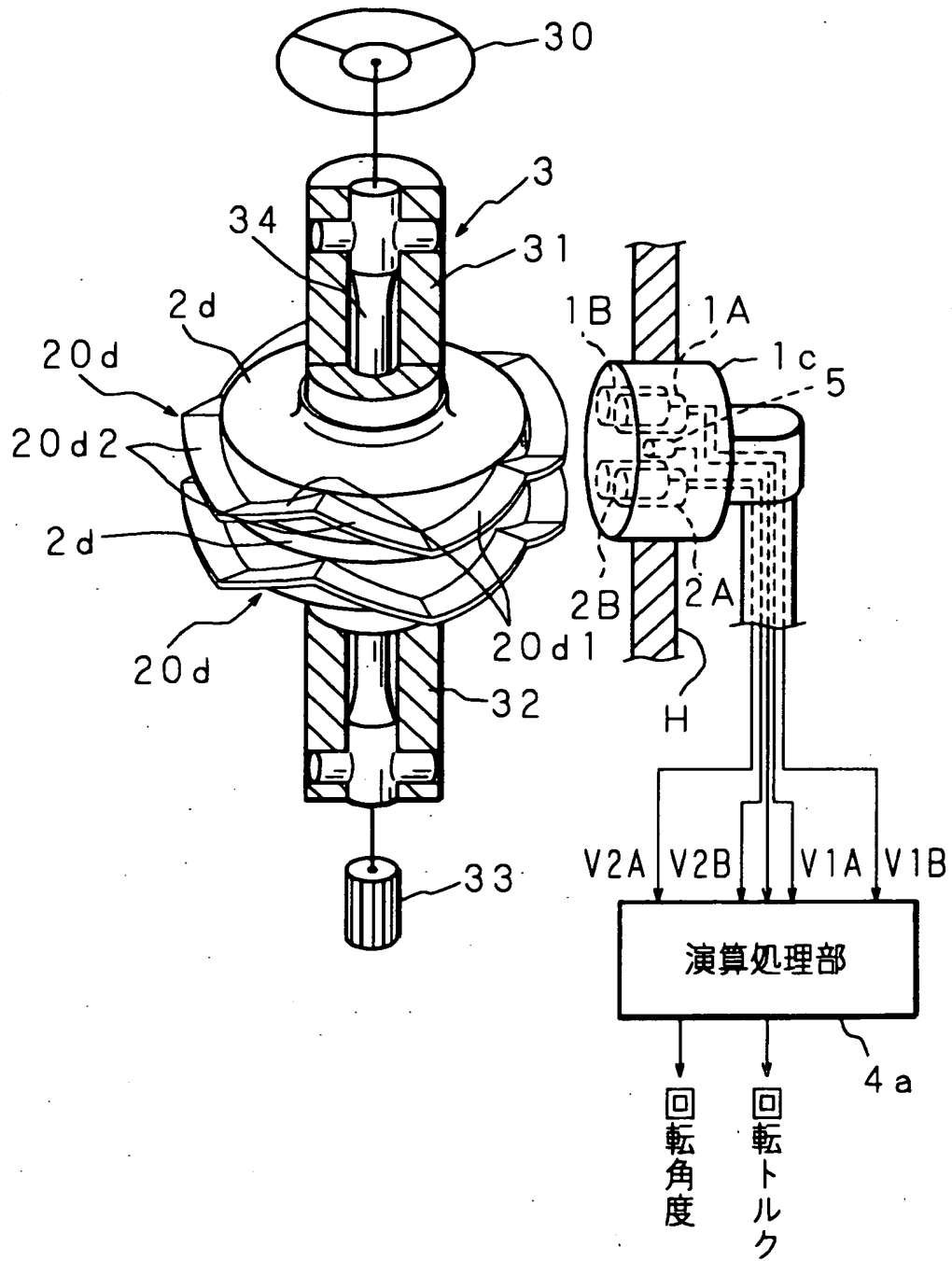
【図 26】



【図 2 7】



【図 28】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 磁気センサの出力特性の相違及びターゲットと磁気センサとの間のエアギャップの変動に影響されることなく正確な回転角度及び回転トルクの検出ができる回転角検出装置、トルク検出装置及び舵取装置を提供する。

【解決手段】 一つのターゲットが通過する間の各磁気センサの出力の最大値及び最小値を求め、求めた差に基づいてゲインを補正する。また、前記最大値と最小値との平均値を求め、求めた平均値に基づいてオフセットを補正する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001247]

1. 変更年月日 1990年 8月24日
[変更理由] 新規登録
住 所 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
氏 名 光洋精工株式会社